

Aus der Gynäkologischen  
und Ambulatorischen  
Tierklinik der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Angefertigt unter der Leitung von  
Prof. Dr. J. Braun

# Untersuchungen zur verzögerten Ovulation beim Rind

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von  
Sabrina Santamaria Sarmiento

aus  
Sao Paulo, Brasilien

München 2004

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. A. Stolle
Referent:	Univ.-Prof. Dr. J. Braun
Korreferent:	Univ.-Prof. Dr. W. Hermanns

Tag der Promotion: 13. Februar 2004

Andrés Kling

## Abkürzungsverzeichnis

CL	Corpus luteum
FSH	Follikelstimulierendes Hormon
GnRH	Gonadotropin-Releasing Hormon
HCG	Humanes Choriogonadotropin
HVL	Hypophysenvorderlappen
KB	Künstliche Besamung
LH	Luteinisierendes Hormon
p.i.	<i>post insemination</i>
p.p.	<i>post partum</i>
RIA	Radioimmunoassay

## Inhaltsverzeichnis

		<b><u>Seite</u></b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literatur</b>	<b>2</b>
2.1	Der Geschlechtszyklus des Rindes	2
2.1.1	Sexualzyklus	2
2.1.2	Ovarzyklus	4
2.1.2.1	Follikelphase	4
2.1.2.2	Präovulatorischer Follikel und Ovulation	6
2.1.2.3	Lutealphase	7
2.1.2.3.1	Aktivität und Rückbildung des Gelbkörpers	8
2.2	Hormonelle Steuerung des Geschlechtszyklus	9
2.3	Brunstbeobachtung und Besamungszeitpunkt	9
2.3.1	Technische Hilfsmittel zur Brunsterkennung	12
2.3.1.1	Pedometrie	13
2.3.1.2	Messung des elektrischen Widerstandes	14
2.3.1.3	Aufsprungdetektoren	15
2.3.1.4	Milchprogesteronbestimmung	16
2.4	Verzögerte Ovulation	17
2.4.1	Definition	17
2.4.2	Vorkommen	17
2.4.3	Ursachen	18

2.4.4	Verzögerte Ovulation und KB	20
2.4.5	Therapie	22
2.5	Besamungszeitpunkt	23
2.6	Doppelbesamung	27
2.6.1	Definition	27
2.6.2	Bedeutung	27
2.7	Ultraschalldiagnostik	28
2.7.1	Die transrektale Ultraschalluntersuchung	28
2.7.2	Darstellung der einzelnen Strukturen im Ovar	29
2.7.2.1	Sonographische Darstellung der Follikel	29
2.7.2.2	Sonographische Darstellung des Corpus luteums	30
2.7.2.3	Sonographische Darstellung des nichtgraviden Uterus	30
<b>3</b>	<b>Material und Methode</b>	<b>31</b>
3.1	Untersuchte Tiere	31
3.1.1	Auswahl der Betriebe	31
3.1.2	Auswahl der zu untersuchenden Tiere	31
3.1.3	Ultraschallgerät und Ultraschalluntersuchung	34
3.2	Untersuchung und Untersuchungsparameter	35
3.2.1	Ablauf der Untersuchung	35
3.2.2	Datenerfassung	36

3.2.3	Beurteilung der äußeren Brunstsymptome	36
3.2.4	Beurteilung der inneren Brunstsymptome	37
3.2.5	Ovarien	38
3.2.6	Weiteres Vorgehen	38
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>39</b>
4.1	Verteilung der Untersuchungstermine	39
4.2	Ergebnisse bei Tieren in der Erstbesamung	40
4.3	Einfluss der Besamungsnummer auf die Ovulations- und Trächtigkeitsrate	43
4.4	Zusammenhang zwischen Laktationsnummer, Trächtigkeitsrate und verzögerter Ovulation	45
4.5	Einfluss des Untersuchungszeitpunktes	46
4.6	Anteil trächtiger Tiere in Abhängigkeit von der Brunstintensität und dem Ereignis Ovulation	48
4.7	Zusammenhang zwischen Untersuchungs- bzw. Besamungszeitpunkt, Brunstintensität und Trächtigkeitsrate	49
4.8	Verzögerte Ovulation und Anzahl der Follikel	50
4.8.1	Tiere mit einem Follikel	51
4.8.2	Tiere mit zwei Follikeln	52
4.9	Ergebnisse der Nachuntersuchung im Diöstrus	52
4.10	Doppelbesamung	53
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>54</b>

<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>60</b>
<b>7</b>	<b>Summary</b>	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>64</b>
<b>9</b>	<b>Danksagung</b>	<b>82</b>



# 1 Einleitung

Ein wichtiger Faktor für den Erfolg einer Besamung beim Rind ist der Zeitpunkt der Besamung im Verhältnis zum Zeitpunkt der Ovulation. Das Ereignis Ovulation selbst wird allerdings in der Praxis der KB (Künstliche Besamung) so gut wie nie bestimmt, da dies einen zu großen Aufwand erfordern würde. Aus einigen wissenschaftlichen Untersuchungen ist bekannt, dass der Ovulationszeitpunkt beim Rind etwa 10 – 12 Stunden nach dem Ende der Brunst liegt, allerdings mit einer nicht unerheblichen Variabilität. Noch weniger untersucht ist das Phänomen der sog. verzögerten Ovulation bei der die Ovulation deutlich später erfolgt und so eine zeitlich richtig durchgeführte Besamung erfolglos bleibt. Aus einigen wenigen älteren Untersuchungen ist zu entnehmen, dass dieses Phänomen bei bis zu 30 % der besamten Tiere auftreten kann. Milchleistung, Fütterung und Haltung haben sich in den letzten 20-30 Jahren in den landwirtschaftlichen Betrieben sehr stark verändert und dies könnte auch Reproduktionsfunktionen wie Östrusdauer, Zeitpunkt der Ovulation und eben auch die Inzidenz einer verzögerten Ovulation beeinflussen. Es war deshalb Ziel dieser Dissertation, im Rahmen einer Feldstudie die Bedeutung des Phänomens „Verzögerte Ovulation“ zu untersuchen und zum Konzeptionserfolg in Beziehung zu setzen.

## 2 Literatur

### 2.1 Der Geschlechtszyklus des Rindes

Der Geschlechtszyklus ist die Zeitspanne, in der sich die am Tier feststellbaren zyklischen Veränderungen wie Paarungsbereitschaft und Ablehnung des Sexualpartners wiederholen (Grunert, 1999a). Je nach zyklischer Veränderung (entweder im Verhalten oder im Ovar) wird der Geschlechtszyklus in Sexual- und Ovarzyklus aufgeteilt.

#### 2.1.1 Sexualzyklus

Der Sexualzyklus beim Rind dauert im Regelfall 21 Tage. Bei Jungrindern ist diese Zeitspanne häufig auf 19-20 Tage verkürzt. Insgesamt kommen Schwankungen im Zeitraum zwischen 18-27 Tagen vor.

Aufgrund der Verhaltensänderungen beim Rind lässt sich der Sexualzyklus in vier Phasen gliedern (Grunert 1999a):

- Präöstrus oder Vorbrunst (Proöstrus)
- Östrus oder Brunst,
- Postöstrus oder Nachbrunst (Metöstrus),
- Interöstrus oder Zwischenbrunst (Diöstrus, Intervall zwischen Nachbrunst und Vorbrunst)

Die Vorbrunst (Proöstrus) dauert allgemein 2-3 Tage und ist u.a. gekennzeichnet durch eine zunehmende Unruhe der Tiere mit verkürzten Liegezeiten, Verringerung der Futteraufnahme, Stoßen, Belecken, Kopfauflegen, Einbiegen des Rückens und Brüllen. Ein kurzfristiges

Milchverhalten kann ebenfalls auf eine beginnende Brunst hindeuten. Gegen Ende der Vorbrunst nehmen die Tiere besonders im Laufstall intensiveren Kontakt mit den Stallgefährtinnen auf und versuchen, diese zu bespringen. Gleichzeitig können eine leichte Vulvaschwellung, eine hyperämische und deutlich feuchte Vaginalschleimhaut sowie erste Spuren von zunächst mäßig viskösem Brunstscheid in bei leicht geöffnetem äußeren Muttermund beobachtet werden. Durch eine vermehrte Blutfülle ist die Gebärmutter vergrößert und zeigt bei der rektalen Palpation eine gesteigerte Kontraktionsbereitschaft (Uterustonus). An den Ovarien befindet sich u.a. ein Graafscher Follikel in der Anbildungsphase sowie ein kleiner derber Gelbkörper in Rückbildung.

Als Brunst (Östrus) wird beim Rind der Zeitraum beschrieben, in welchem das Tier paarungsbereit ist, d.h. den Aufsprung duldet. Hammond (1927) gibt die durchschnittliche Dauer der Brunst im Laufe des Jahres mit etwa 17 Std. an. Grunert (1999a) beschreibt 18 Std. (2 – 30 Std.) beim Niederungsrind als durchschnittlichen Zeitraum der Kopulationsbereitschaft. Neben einigen in der Vorbrunst bereits vorhandenen Symptomen wie Brüllen, Unruhe, Einbiegen des Rückens u.s.w. ist der Abgang von glasklarem, fadenziehenden Brunstscheid in sowie eine deutlich geschwollene Vulva ein zuverlässiges Brunstanzeichen. Brünstige Rinder in einer freien Herde zeigen auf dem Kreuzbein frische Hautabschürfungen infolge der Aufsprünge durch andere Tiere. Das Vestibulum ist rosafarben und mit Schleim behaftet, die Portio vaginalis cervicis zeigt ebenfalls Schleimabsonderungen und ist bleistiftstark geöffnet. Der Uterus ist während der Brunst aufgerollt und stets von derber, fester Beschaffenheit. Auf den Berührungssreiz bei der rektalen Palpation kontrahiert sich der Uterus im Regelfall und bewirkt z.B. im Zusammenhang mit den Manipulationen bei der künstlichen Besamung des öfteren den Abgang von Brunstscheid in aus der Cervix. Am Ovar ist nunmehr ein deutlich ausgebildeter etwa haselnussgroßer Follikel fühlbar.

Die Nachbrunst (Metöstrus) ist der Abschnitt vom Zeitpunkt des Erlöschens der Begattungsbereitschaft, bis zum Abklingen der äußeren und inneren Brunstsymptome und dauert 2-3 Tage. Am Eierstock entwickelt sich an der Stelle der Ovulation der Gelbkörper. Der Nachbrunstscheim wird weniger und zähflüssig und ist manchmal mit Blut gemischt (sog. Abbluten). Die Cervix schließt sich, die Schleimhaut wird blasser und trocken, und der Uterus zeigt abnehmende Kontraktionsbereitschaft.

Die Zwischenbrunst (Diöstrus) ist der längste Abschnitt im Zyklus und dauert 15 bis 16 Tage. In der Zwischenbrunst ist etwa 5 bis 6 Tage nach der Ovulation das anbildende Cl (Corpus luteum) durch eine rektale Untersuchung festzustellen (Stolla und Himmer, 1980). Am Eierstock wächst der Gelbkörper weiter und wird kompakter. Zwischen dem 8. und 16. Zyklustag befindet er sich in voller „Blüte“ und lässt oft eine nabelartige Einziehung erkennen. Gegen Ende der Vorbrunst befindet sich der Gelbkörper in Rückbildung und es beginnt ein neuer Zyklus.

### 2.1.2 Ovarzyklus

Der ovarielle Zyklus ist die Gesamtheit der zyklusabhängigen Vorgänge, die im Ovar stattfinden. Während früher Follikel- und Lutealphase als getrennte Vorgänge verstanden wurden, ist durch neuere Untersuchungen klar geworden, dass auch während der Lutealphase Follikelwachstum erfolgt (Grunert, 1999a).

#### 2.1.2.1 Follikelphase

Die Follikelphase im Rinderovar ist gekennzeichnet durch das regelmäßige und synchrone Reifen von Follikeln. Während des Sexualzyklus des Rindes erfolgt in den ersten fünf Tagen nach der Ovulation die Anbildung eines

Gelbkörpers. Zwei Tage nach der Ovulation beginnt das Wachstum (sogenannte Rekrutierung) von mehreren neuen Follikeln auf den Ovarien (Stock und Stolla, 1995).

Goodman und Hodgen (1993) benutzten die Begriffe Rekrutierung, Selektion und Dominanz für die Beschreibung der verschiedenen Follikelabläufe in der Follikulogenese.

Die Rekrutierung der Follikel erfolgt unter dem Einfluss des FSH (Follikelstimulierendes Hormon). Es wirkt auf eine Gruppe von Follikeln, die in den ersten Tagen des Ovarzyklus nahezu gleich wachsen; ihr Wachstum beträgt 2 mm pro Tag (Mihm et al., 2002). Aus dieser Ausgangsgruppe findet einige Tage später die Selektion von einem reifen Follikel (12 – 16 mm) statt. Er wächst unter dem Einfluss des FSH und LH (Luteinisierendes Hormon) und hemmt gleichzeitig das Wachstum der übrigen Follikel. Dieser Mechanismus wird Follikeldominanz genannt. Im dominanten Follikel werden Östrogene und Inhibin produziert, die am Hypophysenvorderlappen über einem negativen Feedback die Freisetzung von FSH hemmen. Solange das Tier sich im Interöstrus befindet, d.h. unter Progesteroneinfluss, kann der dominante Follikel auf Grund der niedrigen LH-Freisetzung nicht ovulieren. Er atresiert und verliert seine blockierende Wirkung auf die Hypophyse. Eine neue Gruppe von Follikeln wird in einer neuen Follikelwelle rekrutiert.

Erst wenn die Luteolyse erfolgte, gelangt der dominante Follikel einer zweiten oder dritten Follikelwelle des Zyklus zur Ovulation, stimuliert durch die nun vermehrte LH-Blutkonzentration (präovulatorischer oder ovulationsauslösender LH-Peak). In einem physiologischen Sexualzyklus gibt es in der Regel 2 bis 3 Follikelwellen (Schönkypl und Aurich, 2003).

Savio et al. (1988) führten Untersuchungen durch und fanden signifikant mehr Ovarialzyklen mit drei Follikelwellen, während Ginther et al. (1989) in ihrer Untersuchung mehr Zyklen mit zwei Wellen feststellten. Sie führten auch Messungen von den heranwachsenden Follikeln durch und stellten dabei fest, dass bei dreiwelligen Ovarialzyklen der dominante Follikel von der ersten

Follikelwelle am 4. Tag diagnostiziert werden kann. Er erreichte seine maximale Größe am 6. Tag und begann ab dem 10. Tag seine Rückbildung. Bei der zweiten Follikularwelle wurde der zweite dominante Follikel am 12. Tag diagnostiziert. Er erreichte seine maximale Größe am Tag 16 und verschwand am Tag 19. Der dominante Follikel der dritten Follikelwelle konnte am 16. Tag festgestellt werden, erreichte am 21. Tag seine maximale Größe und ovulierte anschließend. Bei Ovarialzyklen mit zwei Follikelwellen bleibt der zweite dominante Follikel bis zum 19. oder 21. Tag und ovulierte anschließend (Savio et al., 1988; Sirois und Fortune, 1988; Kähn, 1989; Driancourt et al., 1991; Stock und Stolla, 1995; Garcia et al., 1999).

#### 2.1.2.2 Präovulatorischer Follikel und Ovulation

Der Eierstock des Kuhkalbes hat bei der Geburt ungefähr 100.000 Eizellen. Diese Anzahl geht langsam zurück bis zum Eintritt der Pubertät (Geschlechtsreife), wo die erste Ovulation stattfindet. Bei der Ovulation öffnet sich an einer präformierten Stelle die Follikelwand und die Follikelflüssigkeit tropft aus. Die frei in dieser Flüssigkeit bewegliche Eizelle wird vom Eileitertrichter aufgenommen und durch den Zillenschlag des Ovidukts in die Ampulle geleitet. Dieser präovulatorische Follikel, auch Graafscher Follikel genannt, ist das Resultat eines komplexen Follikelwachstums.

Die ersten Eizellen mit dem umgebenden flachen Follikelepithel und unter Einfluss des Hormons FSH bilden den sogenannten Primärfollikel. Auf der ersten Follikelepithelschicht des Primärfollikels kommt eine zweite Schicht und bildet so den Sekundärfollikel Grunert (1999b). Durch ständige Vermehrung der Follikelzellen sowie durch interzelluläre Spaltbildung reifen die Sekundär- zu Tertiärfollikeln. Nach einer Selektion der Tertiärfollikel bildet einer von den selektierten Follikeln den Graafschen Follikel (dominanter Follikel) (Frike und Wiltbank, 1999; Wiltbank et al., 2000). Er erreicht einen Durchmesser von 13 bis 19 mm (Kähn, 1992). Die übrigen Tertiärfollikel atresieren und der Graafsche Follikel ovuliert. Der Ovulationszeitpunkt ist bei

allen Tierarten unterschiedlich. Beim Rind findet er während des äußeren Abklingens der Brunstsymptome statt. Über den genauen Zeitpunkt der Ovulation beim Rind berichteten viele Autoren. Einige beobachteten eine Ovulation zwischen 24 und 36 Std. nach Beginn der Brunst (Schams and Butz, 1972; Christenson et al., 1975; Bernard et al., 1984; Larsson, 1987; Rajamahendran et al., 1988). Andere berichteten über eine Ovulation 8 bis 12 Std. nach Ende der Hauptbrunst (Hunter und Greve, 1997).

In vier bis fünf Prozent der Ovulationen handelt es sich um eine Doppelovulation; Dreifachovulationen kommen selten vor. Bei Färsen ist die Zeitspanne zwischen Brunstende und Ovulation kürzer als bei Kühen (Grunert, 1999a).

### 2.1.2.3 Lutealphase

Nach der Ovulation erfolgt an der Stelle des gesprungenen Follikels in den ersten fünf Tagen nach der Ovulation die Anbildung eines Gelbkörpers. Hier fängt die Luteal- oder auch die so genannte Progesteronphase an und geht bis zum Ende des Sexualzyklus. Die Luteinisierung des Follikelgewebes und die Aufrechterhaltung der Gelbkörperfunktion stehen in dieser Zeit unter dem Einfluss des LH.

Obwohl in der Lutealphase die Follikel im Ovar weiterwachsen, kommt es zu einer Atresie des dominanten Follikels und zum Ausbilden einer neuen Follikelwachstumswelle. Bei der Zurückbildung des Gelbkörpers wird der dominante Follikel zum ovulatorischen Follikel (Lucy et al., 1992; Stock und Stolla, 1995).

Progesteron wird im Gelbkörper über die gesamte Lutealphase produziert und hat einen negativen Feedback auf das GnRH (Gonadotropin-Releasing Hormon). Die Länge des Sexualzyklus und der genaue Zeitpunkt der Ovulation werden von dieser Blutprogesteronkonzentration bestimmt.

Progesteron hat einen starken Einfluss auf die GnRH-Freisetzung. Im Zeitraum der Lutealphase kommt es alle 7 bis 10 Tage zu einem Anstieg der FSH-Konzentration, während die Basalkonzentration von LH in dieser Phase beibehalten wird (Roche et al., 1998).

#### 2.1.2.3.1 Aktivität und Rückbildung des Gelbkörpers

An der Stelle des dominanten Follikels bildet sich ein Gelbkörper, der 5 bis 6 Tage nach der Ovulation bei der rektalen Untersuchung feststellbar ist. Er entsteht aus der Füllung der Follikelhöhle mit geronnenem Kapillarblut. Dabei wandern die Theca interna und die Granulosazellen in die Ovulationsgrube ein und differenzieren sich zu Lutealzellen (Milvae et al., 1996). In diesem Stadium ist der Gelbkörper weich und wird als eine leichte Aufhebung vom übrigen Ovar gespürt. Zwischen dem 6. und 10. Tag wird das CL größer (Blütegelbkörper) und die Progesteronproduktion erreicht ihren höchsten Wert. Der Blütegelbkörper hat eine festere Konsistenz und eine typische Pilz- oder Knopfform. Er bleibt bis zum 16. oder 17. Tag bestehen und anschließend nimmt sein Durchmesser und seine Funktionalität ab (Stolla und Himmer, 1980). Durch die Reduktion der Gefäßversorgung und der Blutprogesteronkonzentration verliert der Gelbkörper seine pralle Konsistenz und wird zurückgebildet.

Twagiramungu et al. (1995) berichten über die Zunahme des Gelbkörpervolumens und der produzierten Lutealzellen innerhalb von 6 Tagen nach einer GnRH-Gabe. Prostaglandine haben dagegen eine luteolytische Wirkung auf das funktionelle Corpus luteum. Sie wirken zwischen dem 6. und 17. Tag nach der Ovulation.



## 2.2 Hormonelle Steuerung des Geschlechtszyklus

Die Steuerung des Sexualzyklus erfolgt über das Zentralnervensystem. Der Hypothalamus setzt nervale Reize in hormonale Signale um und produziert das GnRH. Dieses GnRH wird zum HVL (Hypophysevordelappen) über das Portalgefäßsystem transportiert. Im HVL wirkt das GnRH auf gonadotrope Zellen, die für die LH- und FSH - Produktion verantwortlich sind. Diese zwei Hormone spielen die wichtigste Rolle bei der Steuerung der Follikelentwicklung.

Das LH wird pulsatil aus der Adenohypophyse ausgeschüttet. Seine Plasmakonzentration bleibt fast über den ganzen Zyklus auf einem niedrigen Niveau. Erst bei Beginn der Brunst steigt sie auf ein Maximum und löst die Ovulation aus. Walters et al. (1984) berichten über die hohe Frequenz und die niedrige Amplitude, die typisch für die LH-Sekretion im Proöstrus und Metaöstrus sind. Im Diöstrus sind charakteristisch die niedrige Frequenz und die hohe Amplitude der LH-Sekretion.

Das FSH spielt die größte Rolle für das Follikelwachstum. Während das pulsatile Ausschüttungsmuster von LH direkt von GnRH beeinflusst wird, ist die Freisetzung von FSH abhängig von ihrer eigenen Synthese. Sie wird reguliert durch Inhibin, Activin und Follistatin (Activin binding Protein) (Roche et al., 1998). Inhibin zusammen mit Östradiol  $17\beta$  werden vom dominanten Follikel produziert, erreichen bei der Brunst in der Follikelflüssigkeit einen maximalen Wert und hemmen die Freisetzung von FSH (Grunert, 1999a).

## 2.3 Brunstbeobachtung und Besamungszeitpunkt

Die Brunstbeobachtung ist eine der wichtigsten Aufgaben im Management eines Milchviehbetriebes. Sie hat einen großen Einfluss auf Parameter wie die Zwischenkalbezeit, die Trächtigkeitsrate aber auch die Milchproduktion. Berechnungen auf der Grundlage der ökonomischen Bedingungen in

Nordamerika ergaben, dass eine Erhöhung der Genauigkeit der Brunstbeobachtung um 10 Prozentpunkte, pro Jahr und Kuh zwischen 6 und 83 Dollar mehr Gewinn bringen kann (Pecsok et al., 1994).

Die Möglichkeiten zur Brunstbeobachtung hängen auch von der Brunstdauer ab. Einer der Pioniere auf dem Gebiet der Besamung, George W. Trimberger gab in seinen Untersuchungen zur Bestimmung des optimalen Besamungszeitpunktes eine durchschnittliche Brunstdauer von 17,8 Stunden für Kühe und 15,3 Stunden für Färsen an (Trimberger, 1948). Da solche Untersuchungen zur Bestimmung der Brunstdauer sehr aufwendig sind, gibt es nur relativ wenige Daten dazu. Beobachtungen aus neuerer Zeit lassen eher einen Trend zu einer kürzeren Brunstdauer erkennen. So wurde bei Kühen eine Brunstdauer (Dauer der Duldung) von 8,6 Stunden (Xu et al., 1998), 9,5 Stunden (Walker et al., 1996) oder sogar nur 7,1 Stunden (Dransfield et al., 1998) festgestellt.

Eine Reihe von Faktoren beeinflussen die Stärke der sichtbaren Brunstsymptome. In erster Linie sind dies die Aufstallungsart (Laufstall oder Anbindehaltung), die Milchleistung und die Inzidenz von Klauenproblemen in einem Bestand (Diskin und Sreenan, 2000). In Laufställen hängt die Möglichkeit zur Brunsterkennung wesentlich auch von den Bodenverhältnissen und von der Zahl der gleichzeitig in Brunst befindlichen Tiere ab. Je mehr Tiere gleichzeitig brünstig sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass brünstige Tiere auch besprungen werden (Diskin und Sreenan, 2000).

Die traditionelle Form der Brunstbeobachtung ist seit jeher die visuelle Kontrolle. Sie ist bei korrekter Durchführung mit einem großen Zeitaufwand verbunden. Geers et al. (1997) berichten über einen Zeitaufwand von 30% der gesamten Arbeitszeit eines Landwirts.

Man kann zwischen primären und sekundären Symptomen unterscheiden. Als primäres Merkmal gilt die Duldung des Aufsprungs; dieses Merkmal ist allerdings in der Anbindehaltung nicht zu beurteilen (Diskin und Sreenan,

2000). Als sekundäre Merkmale gelten der Abgang von Brunstschleim, Rötung und Schwellung der Vulva. Außerdem können auch Verhaltensänderungen (Unruhe, Brüllen) oder indirekte Hinweise wie geringere Milchleistung und Futteraufnahme herangezogen werden.

Die Genauigkeit der Brunstbeobachtung ist der Prozentsatz der Tiere, die tatsächlich brünstig sind, bezogen auf die Zahl der Tiere, die als brünstig bezeichnet wurden. Wenn 2 von 10 Tieren, die zur Besamung vorgestellt werden, keine richtige Brunst haben, beträgt die Genauigkeit der Brunstbeobachtung 80% (Heersche und Nebel, 1994). Die Genauigkeit sollte möglichst hoch sein, da ansonsten vermehrt Kühe außerhalb des Östrus zur Besamung vorgestellt werden. In Untersuchungen von López-Gatius und Camón-Urgel (1991) konnten durch eine rektale Palpation des Genitalapparates 3,8% der zur KB vorgestellten Tiere als nicht-brünstig erkannt werden.

Unter Effizienz der Brunstbeobachtung wird der Anteil von erkannten Östrusperioden an allen innerhalb eines bestimmten Zeitraums möglichen verstanden. Für die visuelle Brunstbeobachtung werden Werte von 56% (Williamson et al., 1972), 58% (Liu und Spahr, 1993) oder 54,7% (Taras und Spahr, 2001) angegeben. Bei einer zweimaligen Brunstbeobachtung pro Tag konnte die Effizienz der Brunstbeobachtung auf 68% gesteigert werden (Williams et al., 1981). Roth et al. (1987) halten sogar eine fünfmalige Brunstbeobachtung pro Tag für wichtig, um eine hohe Effizienz zu erzielen.

Der Zeitpunkt und die Dauer der Brunstbeobachtung sind wichtige Faktoren, um eine effektive Brunstbeobachtung zu erreichen. Das Brunstverhalten der Tiere während der Routinearbeit im Stall ist in der Regel nicht so intensiv. Aus diesem Grund sollte man während der Ruhezeiten der Tiere 3 bis 4 Mal pro Tag in Abständen von weniger als 8 Std. eine Brunstbeobachtung durchführen. Die Dauer der einzelnen Beobachtungen sollte zwischen 20 und 30 Min. betragen, weil die typischen Brunstsymptome nicht permanent gezeigt werden und wichtige Verhaltensweisen von kurzer Dauer sind (Diskin und Sreenan, 2000). So betrug die Gesamtdauer der geduldeten Aufsprünge

in verschiedenen Untersuchungen jeweils weniger als eine Minute (Walker et al., 1996; Taras und Spahr, 2001).

Um eine noch genauere und leichtere Brunsterkennung zu ermöglichen wurden elektronische Hilfsmittel entwickelt, welche die Veränderungen der Bewegungsaktivität (Pedometer), der elektrischen und chemischen Eigenschaften des Vaginalsekrets oder der Deckaktivität messen (Rorie et al., 2002).

### 2.3.1 Technische Hilfsmittel zur Brunsterkennung

Die entwickelten biotechnischen Maßnahmen zur Brunsterkennung sind technische Hilfsmittel, die nur als Entscheidungshilfen dienen sollen. Sie sollen nicht die genaue und regelmäßige Brunstkontrolle durch den Tierbesitzer ersetzen und müssen folgende Kriterien erfüllen (Senger, 1994; Nebel et al., 2000):

- Überwachung rund um die Uhr.
- Automatische und sichere Identifizierung brünstiger Tiere.
- Minimaler Arbeitsaufwand für den Tierhalter.
- Hohe Genauigkeit bei der Erkennung von typischen Veränderungen, die mit dem Zeitpunkt der Ovulation zusammenhängen.
- Bestimmung von mindestens zwei verschiedenen Parametern

### 2.3.1.1 Pedometrie

Die ersten Berichte über die Bewegungsaktivität bei Milchkühen in der Brunst stammen aus dem Jahr 1954 (Farris, 1954). Er beobachtete Unruhe und einen Anstieg bei der Bewegungsaktivität der Kühe, die typisch für die Brunst sind. Erst im Jahr 1977 entwickelte Kiddy anhand dieser Erkenntnisse ein Aktivitätsmessgerät (Schrittzähler = Pedometer) (Kiddy, 1977).

Beim Pedometer werden Schrittzähler oberhalb des Fesselgelenks fixiert und elektronisch im Melkstand oder an der Krafftutterbox abgelesen. Oft ist ein Transponder mit dem Pedometer gekoppelt. Diese zwei Geräte zusammen speichern die Daten und sichern gleichzeitig die Identität des Tieres. Im Durchschnitt beträgt die Bewegungsaktivität der Tiere innerhalb der Brunstperiode ungefähr das Vierfache der Aktivität von nicht-brünstigen Tieren in einem Laufstall (Roth, 1987; Schünsen et al., 1987; Schofield et al., 1991). Allerdings ist die Bewegungsaktivität stark von der Art der Aufstallung abhängig (Nebel, 2000). Die kurzfristige Steigerung der Bewegungsaktivität in den ersten 4 Std. vor Beginn der Hauptbrunst ist ein Kriterium, um brünstige Tiere von anderen zu unterscheiden, die aus anderen Gründen erhöhte Bewegungsaktivität zeigen (Liu und Spahr, 1993; Nebel et al., 2000). Die Genauigkeit der Brunsterkennung mit Hilfe der Pedometrie schwankt nach Senger (1994) zwischen 22% und 100%. Roelofs et al. (2003) stellten auch fest, dass nur 83% der brünstigen Tiere eine Erhöhung der Brunstaktivität aufwiesen.

Um die Trächtigkeitsrate bei Kühen kontrolliert mit dem Pedometer zu untersuchen, wurden Besamungen in verschiedenen Zeitpunkten von 0 bis 24 Std. nach Beginn der Hauptbrunst gemacht. Sie nahmen als Zeitpunkt 0 die Zeit in der die Aktivität über 100% stieg. Der beste Besamungszeitpunkt war 12 Std. später, mit einem Abweichungsbereich von 6 bis 14.5 Std. (Senger, 1994).

### 2.3.1.2 Messung des elektrischen Widerstandes

Eine der Veränderungen im Genitalapparat des Rindes während der Brunst ist die vermehrte Durchsaftung und Sekretion des Gewebes. Die Östrogene lösen eine vermehrte Durchblutung des Vaginalgewebes und eine Erhöhung der Vaginalsekretion aus. Der elektrische Widerstand des Vaginalschleims verändert sich im Laufe des Sexualzyklus von hohem Widerstand in der Lutealphase zu niedrigem Widerstand in der Follikelphase (Al-Obaidi und Larson, 1976; Leidl und Stolla, 1976; Foote et al., 1979; Senger, 1994).

Niedrige Werte (30 bis 40 Ohm) sind ein Anzeichen für eine Brunst, wobei nicht alle Tiere, die brünstig sind, niedrige Werte zeigen. Rorie et al. (2002) empfehlen, die Widerstandsmessung nicht als einzigen Parameter für die Brunsterkennung zu nehmen, sondern als Ergänzung zu anderen Merkmalen.

Leidl und Stolla (1976) dagegen meinen, dass die Widerstandsmessung sehr effektiv bei der Brunsterkennung ist. Sie erzielten aus 874 Besamungen bei Kühen mit einem elektrischen Widerstandswert unter 30 Ohm eine Trächtigkeitsrate von 82%. Foote et al. (1979) verglichen die visuelle Brunstbeobachtung mit der Kontrolle des elektrischen Widerstands im Vaginalschleim und besamten anschließend die 144 untersuchten Tieren. Sie erhielten eine Trächtigkeitsrate von 49% für die konventionelle Brunstbeobachtung und 52% für die Widerstandsmessung. Bei stillbrünstigen Tieren, bei denen durch Widerstandsmessungen eine Brunst nachgewiesen wurde, verbesserte sich die Trächtigkeitsrate um 21% (Rorie et al., 2002).

In der Praxis konnten sich Geräte zur Messung des elektrischen Widerstands im Vaginalsekret nicht durchsetzen, da es tierindividuelle Unterschiede gibt und deshalb während des Brunstverlaufes mehrmals gemessen werden sollte. Auch die Differenzierung gegenüber Kühen mit Eierstockzysten ist sehr schwierig und bei einer Entzündung des Reproduktionstraktes kann das Gerät falsche Werte anzeigen (Firk et al., 2002).

### 2.3.1.3 Aufsprungdetektoren

Bei der Brunsterkennung ist der Duldungsreflex ein sicheres Zeichen für eine vorhandene Brunst. Nicht alle Tiere zeigen die gleiche Aktivität während der Brunst. Walker et al. (1996) stellten fest, dass die Bewegungsaktivität bei den Erstlingskühen geringer als bei den anderen Kühen ist. Die Beobachtung und Selektion von Tieren, die den Aufsprung von anderen Tieren dulden, kann durch technische Hilfsmittel einfacher und sicherer gemacht werden.

Ein sehr einfaches Verfahren ist das Aufbringen von Farbe auf den Schwanzansatz von Kühen, bei denen eine Brunst erwartet wird. Durch den Aufsprung anderer Tiere wird die Farbe entfernt (Foote, 1975; Boyd, 1984; Pennington et al., 1986; Sawyer et al., 1986; Diskin und Sreenan, 2000). Falsche positive Ergebnisse sind möglich, wenn das Tier sich selbst an Gegenständen reibt oder die Farbe beim Aufsprung nicht entfernt wird.

Genauere Brunsterkennungen kann man mit Drucksensoren erreichen. Sie werden z.B. mit einem Pflaster auf dem Schwanzansatz festgeklebt und senden Information über die Aufsprungsintensität und die Aufsprungsdauer an einen PC. Die Genauigkeit des Systems wird mit 95% angegeben (Baylei et al., 1995). In einer Studie von Xu et al. (1998) wurde die Wirksamkeit und Genauigkeit des „Heat-Watch-System“ bei einer im Herbst kalbenden Herde mit 91,7% und bei einer im Frühjahr kalbenden Herde mit 100% beschrieben. Es konnte beobachtet werden, dass die höchste Konzeptionsrate erreicht wurde, wenn die Besamung zwischen 12 und 18 Std. nach dem ersten Aufsprung erfolgte. Allerdings ist eine Brunsterkennung mittels dieser Drucksensoren nur in Haltungssystemen sinnvoll, in denen sich die Tiere frei bewegen können.

Dransfield (1998) erreichte bei Kühen, die mit dem Heat Watch System kontrolliert wurden, eine höhere Trächtigkeitsrate, wenn die KB 4 bis 12 Std. nach dem Brunstbeginn durchgeführt wurde, im Vergleich zu einer früheren KB. Bei einer Besamung 16 Std. später oder mehr fiel die Trächtigkeitsrate

stark ab. Sie empfehlen bei Tieren die keine deutliche Brunst zeigen eine Besamung 6 Std. nach dem Anfang der Brunst.

#### 2.3.1.4 Milchprogesteronbestimmung

Die Kontrolle des Sexualzyklus beim Rind ist auch anhand von einer Progesteronbestimmung möglich. Das Hormon wird im zyklischen Gelbkörper produziert und in den Blutkreislauf abgegeben. Es kann in der Milch und im Blut zuverlässig bestimmt werden.

Als Grenzwert der Progesteronkonzentration in der Milch werden nach Nebel et al. (1987) 5 ng/ml angegeben. Fällt der Wert unter 5 ng/ml, bedeutet dies dass die Tiere keinen aktiven Gelbkörper haben und deshalb in Brunst sein können. Auch Firk et al. (2002) fanden einen starken Abfall der Milchprogesteronekonzentration von über 10 ng/ml auf 3 ng/ml beim Beginn des Proöstrus. Walker et al. (1996) und Xu et al. (1998) berichten, dass bei einem Progesteronabfall von >2ng/ml auf <0,5 ng/ml mit einer Brunst zu rechnen ist. Diese Werte bestätigen nur, dass die Tiere sich in der Follikelphase befinden und zeigen nicht den genauen Besamungszeitpunkt an (Heersche und Nebel, 1994).

Die Progesteronuntersuchung ist mittlerweile nicht nur speziellen Labors vorbehalten. Heutzutage gibt es auch einfache Schnelltests, die der Landwirt selbst durchführen und je nach spezifischer Fragestellung einsetzen kann. Nebel et al. (1987) überprüften die Genauigkeit eines semiquantitativen Progesteronschnelltests durch Vergleich mit einem im Labor durchgeführten RIA (Radioimmunoassay). Die Übereinstimmung zwischen beiden Testmethoden betrug 89,5% bei 820 Milchproben.



## 2.4            Verzögerte Ovulation

### 2.4.1          Definition

Fahrbach (1981) definiert die verzögerte Ovulation als das Persistieren des Follikels mit nachfolgender Ovulation zwölf Stunden oder später nach Brunstende. Er erklärt, dass eine verlängerte Brunst als Anzeichen für eine Verzögerung der Ovulation interpretiert werden kann.

Bei Grunert (1999c) wird der Eiblasensprung als verzögert angesehen, wenn er ein oder mehrere Tage später nach Ende der Deckbereitschaft erfolgt.

### 2.4.2          Vorkommen

Im Hinblick auf die Häufigkeit der verzögerten Ovulation beim Rind schwanken die Angaben in früheren Untersuchungen zwischen 8,9% und 31% (Hancock, 1948; Roine, 1973; Bostedt, 1976; Bostedt et al., 1976; Bostedt et al., 1977; Grunert, 1977; Maree, 1977; Leidl et al., 1979; Fahrbach 1981).

Diese Funktionsstörung der Ovarien kommt öfters bei Färsen als bei Kühen vor und wird vor allem in den Winter- und Frühlingsmonaten beobachtet, wo die Häufigkeit auf 15% bis 20% steigen kann (Grunert, 1999c). Fahrbach (1981) dagegen stellte im Rahmen seiner Untersuchungen über die Möglichkeit verbesserter Trächtigkeitsergebnisse bei Milchkühen durch die Doppelbesamung fest, dass 26,6% der Tiere eine verzögerte Ovulation aufwiesen. Er konnte in seiner Untersuchung keine jahreszeitliche Abhängigkeit feststellen.

Bostedt et al. (1977) untersuchten 850 zuchthygienisch gesunde Milchkühe der Rasse Deutsches Fleckvieh und zum Teil auch der Rasse Deutsche Schwarzbunte zum Zeitpunkt der künstlichen Besamung und 24 Std. danach.

Sie stellten fest, dass bei 72% der Tiere 24 Std. p.i. (*post insemination*) die Ovulation erfolgt war. Die Rate der ovulierten Follikel erhöhte sich bis zur 48 Std. p.i. auf 91%. Bei den verbliebenen 9% der Kühe fand noch eine Ovulation zwischen dem 3. und 4. Tag statt (35 von 76 Tieren) oder der Follikel entwickelte sich entweder zur Zyste oder verfiel der Atresie. Die Bedeutung des verzögerten Eiblasensprungs im Zusammenhang mit der künstlichen Besamung kommt auch dadurch zum Ausdruck, dass es zwischen 1974 und 1979 zahlreiche Untersuchungen über den Einsatz von parenteral verabreichtem HCG (Humanes Choriogonadotropin) und GnRH parallel zur Insemination gibt, um den Ovulationszeitpunkt zum Zweck erhöhter Konzeption zu beeinflussen (Zolman et al., 1974; Dobson und Fitzpatrick, 1975; Roche, 1975; Günzler et al., 1976; Grunert, 1977; Simon, 1977; Leidl et al., 1979).

Leidl et al. (1979) führten auch Untersuchungen zur Ovulationssteuerung mit GnRH und HCG an 818 Kühen durch und kontrollierten bei 352 Tieren in der Placebogruppe die Ovulation 24 Std. nach der künstlichen Besamung. Bei 51 Kühen (18,8%) war der Follikel zu diesem Zeitpunkt noch nicht gesprungen.

### 2.4.3 Ursachen

Die Ursachen für eine verzögerte Ovulation bei Rindern und Kühen können nicht exakt eingegrenzt werden und werden von einigen Autoren unterschiedlich beschrieben.

Für Busch (1995) stehen unter anderem die Stallhaltung die genetische Selektion (steigende Milchleistung), Fütterungsfehler (Energie-,  $\beta$ -Carotin, Protein-, Phosphor-, Jod- und Manganmangel) und genetische Prädisposition als Ursachen im Vordergrund.

Grunert (1999c) berichtet, dass diese Funktionsstörung der Ovarien mit einer kurzen Rastzeit verbunden ist und dass andere Faktoren wie Fütterungsfehler

(z.B. einseitige Silagefütterung), besonders niedrige Wintertemperaturen bei im Freien gehaltenen Tieren, die Jahreszeit, das Alter der Tiere und chronische Krankheiten einen Einfluss auf die nicht zeitgerechte Hypophysen-LH-Ausschüttung haben. Er beobachtete diese Ovariellstörung auch bei Tieren, die über 18 Tage eine Gestagenverabreichung bekommen hatten.

Schams et al. (1977) stellten fest, dass eine Karotinmangelernährung zu keiner verminderten LH-Freisetzung aus der Hypophyse führt. Dagegen verursachte ein Karotinmangel über 48 Wochen eine signifikante Verzögerung der Ovulation gemessen am Zeitintervall zwischen LH-Gipfel und Ovulation.

Weitere Ursachen einer verzögerten Ovulation werden von Bostedt et al. (1977) diskutiert. Sie nennen drei Ursachen für das Phänomen Ovulationsverzögerung. Erstens kann das brünstige Tier infolge mangelhafter Beobachtung durch den Tierhalter zu früh für die Insemination angemeldet und demzufolge auch zu früh inseminiert worden sein. Zweitens kann man beim Rind von einer größeren Variabilität hinsichtlich des Ovulationszeitpunktes nach dem Abklingen der äußeren Östruscharakteristika ausgehen, als bisher angenommen wurde. Drittens wären Rinder mit einer tatsächlich verzögerten Ovulation zu nennen, bei denen eine extrem verlängerte Periode der Follikelpersistenz besteht bzw. die echte Follikulopathien aufweisen.

Jolly et al. (1995) und Butler (2000) berichten, dass die negative Energiebalance die sich spontan in den ersten 1-2 Monaten der Laktation bei Milchkühen entwickelt, ein physiologischer Zustand der Unterernährung ist. Sie beeinflusst die LH-Sekretion und verzögert die Ovulation.

Bage et al. (2002) führten Untersuchungen mit schwedischen Milchkühen durch und stellten fest, dass 10% der Rinderpopulation nachbesamt wird. Sie beobachteten eine hormonelle Asynchronität bei der Brunst mit den Folgen, dass diese Tiere eine verlängerte Brunst, eine verzögerte Ovulation und eine Persistenz des dominanten Follikels zeigten.

#### 2.4.4 Verzögerte Ovulation und KB

Brunstsymptome können bei Tieren mit verzögerter Ovulation gut ausgeprägt sein und stellen ein großes Problem für das Management eines Milchviehbetriebes dar. Allein durch die Beurteilung der äußeren Brunstsymptome kann keine eindeutige Aussage darüber gemacht werden, ob sich 24 Std. p.i. noch ein Follikel am Ovar befindet oder nicht. Auch die oft durchgeführte Bestimmung der Follikelkonsistenz anlässlich der Initialuntersuchung ist kein gültiges Kriterium, ob die Ovulation innerhalb der nächsten 24 Std. stattfinden wird oder nicht. Laut Bostedt et al. (1976) sind die wiederholte Messung des elektrischen Widerstandes des Vaginalsekretes und die rektale Kontrolle des Ovars in 24 Std.-Abständen die sichersten Methoden.

Der Einfluss der verzögerten Ovulation auf das Besamungsergebnis hängt von der Weiterentwicklung des Follikels ab. Diese vier Möglichkeiten werden in der Abbildung 1 gezeigt und anschließend erklärt.

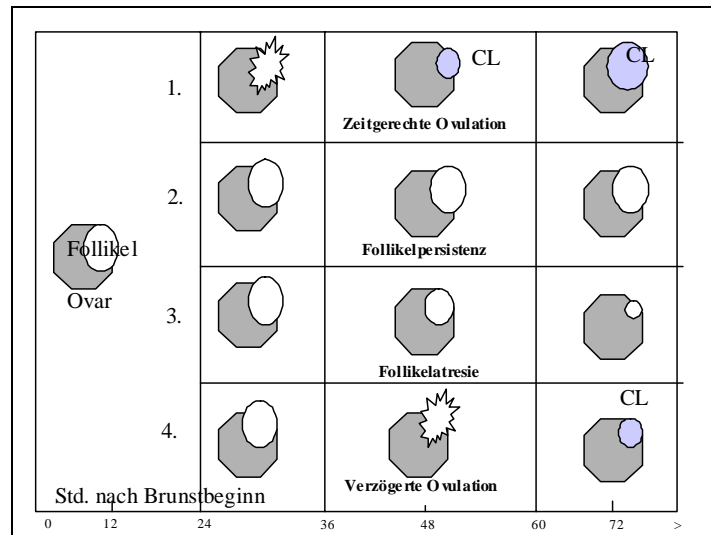


Abb. 1:  
Formen der Ovulationsstörungen beim Rind (nach Grunert, 1999c)

- Der Follikel ovuliert innerhalb 24 Std. (Abb.1;1). Die Kuh kann trächtig werden oder es handelt sich um eine zu frühe Anmeldung. Diese Möglichkeit kommt öfters vor in Betrieben mit einer schlechten Brunstbeobachtung oder einer ungenügenden Brunstkalenderführung.
- Der Follikel wächst weiter oder bleibt in der Entwicklung stehen und ovuliert nicht (Abb1;2). In diesem Fall bildet er eine Follikelzyste. Erst durch fehlendes Umrindern werden solche Tiere viel später zur Trächtigkeitskontrolle vorgestellt.
- Der Follikel ovuliert nicht, persistiert am Ovar und wird später zurückgebildet (Abb 1;3). In diesem Fall besteht keine Möglichkeit für eine Befruchtung.
- Der Follikel wächst weiter und ovuliert nach 48 Std. oder später (Abb 1; 4). In diesem Fall ist eine Befruchtung fraglich, es sei denn, eine Doppelbesamung wird durchgeführt. Da die Brunstsymptome oft schwach sind, ist es empfehlenswert eine Follikelkontrolle in Abständen von 12 Std. bis zum erfolgten Eiblasensprung zu machen (Fahrbach, 1981).

In vielen Fällen in denen eine verzögerte Ovulation erfolgt, bleibt eine Trächtigkeit aus. Viele Autoren sind der Meinung, dass es noch nicht voll geklärt ist, ab welchem Zeitpunkt eine nicht zeitgerechte Ovulation als fertilitätsmindernder Faktor anzusehen ist (Schmidt et al., 1972; Mann, 1974; Mann und Lutwack-Mann, 1975). Der Grund dafür ist, dass die funktionelle Lebenszeit vom Bullensperma im weiblichen Reproduktionstrakt 24 bis 30 Std. beträgt (Trimberger und Davis, 1943); so dass der dazu passende Besamungstermin eine große Rolle spielt. Grunert (1999c) weist auch darauf hin, dass die Eizellen aus einer verzögerten Ovulation oft geschädigt sind und trotz einer zeitigen Besamung nicht befruchtet werden können.

In von Bostedt et al. (1976) durchgeführten Untersuchungen betrug das Trächtigkeitsergebnis nach einmaliger KB und zeitgerechter Ovulation 61,2% (Erst-KB). Tiere mit einer verzögerten Ovulation hatten dagegen nur eine Trächtigkeitsrate von 31,3%. In einer anderen Untersuchung wurden nur 15% der Tiere trächtig, wenn die Ovulation mehr als 48 Std. nach Brunstende erfolgt war (zeitgerechte Ovulation 52%).

#### 2.4.5 Therapie

Die beste Maßnahme um diese Sterilitätsursache zu kontrollieren ist, einen effizienten Besamungstermin zu erreichen (Grunert, 1999c). Dieser Termin muss möglichst an die verzögerte Ovulation angepasst werden. Unter praktischen Bedingungen wäre nach Grunert (1999c), die Doppelbesamung in 24stündigen Intervallen bis zur Ovulation eine gute Lösung.

Eine andere Möglichkeit, die verzögerte Ovulation auszuschalten, ist eine Hormonbehandlung zum Zeitpunkt der Insemination. Hier empfiehlt Leidl et al. (1979) eine Verabreichung von 1500 bis 2000 IE von HCG oder eine Applikation von einem GnRH-Präparat (z.B. 20 µg Buserelin; Receptal®).

## 2.5 Besamungszeitpunkt

Fachliche Publikationen der letzten Jahre zeigen, dass die Brunstbeobachtung ein Problem der Rinderhaltung in verschiedenen Ländern geworden ist (Peter, 1991). Obwohl eine große Anzahl von Hilfsmitteln erfunden wurde, ist die vom Mensch durchgeführte Brunstbeobachtung noch nicht vollständig zu ersetzen.

Bei der Bestimmung des optimalen Besamungszeitpunktes werden häufig Fehler gemacht. Ein großes Problem liegt in der Tatsache, dass der Beginn der Brunst nicht richtig erkannt wird und deswegen eine zu frühe oder zu späte Besamung durchgeführt wird.

Der Besamungserfolg bei einer geschlechtsgesunden Kuh hängt von einer großen Anzahl von äußeren und inneren Faktoren ab. Klinische und endokrinologische Untersuchungen zeigen, dass die Sexualfunktion unter physiologischen Bedingungen bereits bald nach der Geburt wieder anlaufen kann. Es ist trotzdem ratsam eine Rastzeit von 50-60 Tagen zu halten, weil zu diesem Zeitpunkt der Östrus von physiologischer Länge ist und die Tiere mit guten Erfolgsaussichten besamt werden können (Peter, 1991).

Um eine Befruchtung der Eizelle nach der KB zu erzielen, muß die KB zum passenden Zeitpunkt durchgeführt werden. Dabei ist die Lebensdauer der männlichen und weiblichen Gameten (Spermien und Eizellen) unterschiedlich. Bei Untersuchungen mit Schafen und Rindern wurde eine Lebensdauer bei den Eizellen von 12 bis 18 Std beobachtet (Dauzier und Wintenberger-Torres, 1952; Thibault, 1967; Killeen und Moore, 1970). Dagegen weisen die Spermien eine längere Lebensdauer als die Eizelle auf und sind im Durchschnitt 24 bis 30 Std. befruchtungsfähig (Trimberger und Davis, 1943). In dieser Zeit werden die Spermien vorbereitet (=Kapazitation; 6 – 8 Std.) für das Eindringen der Eizelle (Thibault, 1973; Wilmut und Hunter, 1984; Hawk, 1987). Die Fusion der Samenzelle mit der Eizelle hängt vom Zeitintervall zwischen der Besamung und der Ovulation ab (Roelofs et al., 2003). Die

Ovulation findet beim Rind ungefähr 27 Std. nach Beginn der Brunst statt (Chenault et al., 1975; Walker et al., 1996). Die Bestimmung des optimalen Besamungszeitpunktes war Gegenstand einer Vielzahl von Studien. Sie werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 1:  
Intervalle zwischen Brunstbeginn/Brunstende und Ovulation in verschiedenen Arbeiten

<b>Intervall Brunstanfang Ovulation (Std.)</b>	<b>Kontrolle des Ovulationszeitpunkts Methode (Untersuchungs- intervall)</b>	<b>Methode zur Brunstkontrolle (Untersuchungs- intervall)</b>	<b>Autoren</b>
27.8 (16-38)			Gerasimova, 1940
20.5 – 27.0			Fietta et al., 1968
32.8	Palpation (2 Std.)	Visuelle	Randel et al., 1973
31.3 ± 0.6	Laparaskopie (einmal)	Visuelle (12 Std.)	Christenson et al., 1975
26.0 ± 4.0	Laparaskopie (kontinuierlich)	Visuelle (4 Std.)	Bernard et al., 1983
24.0/30.0 ± 3.2	Ultraschall (2 Std.)	Visuelle	Rajamahendra et al., 1989
27.6 ± 5.4	Ultraschall (2 Std.)	Mounting Detector	Walker et. al., 1996
37.7 ± 11.0	Ultraschall (12 Std.)	Visuelle	Augusto et al., 1997
26.6 ± 0.44	Ultraschall (2 Std.)	Visuelle (kontinuierlich)	Pinheiro et al., 1998
24.9 ± 3.9	Ultraschall (24 Std.)	Mounting detector	Lopez et al., 2002
<b>Intervall Brunstende Ovulation (Std.)</b>			
10.5	Palpation (2 Std.)	Visuelle (2 Std.)	Trimberger, 1948
11.1	Palpation (4 Std.)	Visuelle (8 Std.)	Aschbacher et al., 1956
12.4	Palpation (6 Std.)	Visuelle (6 Std.)	Hall et al., 1959
9.2 ± 1.3	Palpation (2 Std.)	Visuelle (2 Std.)	Wishart, 1972



Walker et al. (1996) bestimmten bei Holsteinkühen das Zeitintervall zwischen dem Brunstbeginn und der Ovulation und bildeten zwei verschiedene Untersuchungsgruppen. Die erste Gruppe bestand aus Kühen, die eine spontane Brunst zeigten, während die zweite aus Kühen bestand, bei denen die Brunst mit 25 mg PGF<sub>2α</sub> ausgelöst wurde. Sie fanden ein gesamt durchschnittliches Intervall von  $27.6 \pm 5.4$  Std. in beiden Gruppen, und einen nicht signifikanten Unterschied zwischen spontaner und induzierter Brunst.

Maatje et al. (1997) untersuchten auch mit Hilfe des Pedometers und der rektalen Untersuchung das günstigste Zeitintervall zwischen Brunstbeginn und der KB. Sie erreichten die besten Ergebnissen wenn die KB 6 bis 17 Std. (optimal 11.8 Std.) nach Steigerung der Pedometeraktivität durchgeführt wurde. Sie erhielten mit dieser Methode eine Konzeptionsrate von mehr als 83%. Bei der Durchführung der KB außerhalb dieser Zeitspanne fiel die Konzeptionsrate stark ab.

Aus diesem Grund zeigen die verschiedenen Untersuchungen, dass eine Besamung in der 2. Hälfte der Brunst oder gegen Ende der Hauptbrunst (höchstens 4 bis 6 Std. nach Abklingen der äußeren Brunsterscheinungen) die Befruchtungschancen erhöht. Eine graphische Darstellung des günstigsten Besamungszeitpunktes wird in der Abbildung 2 dargestellt.

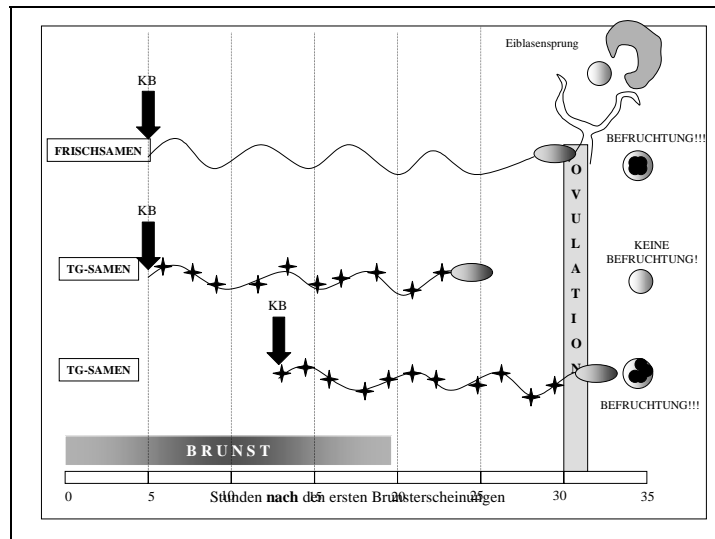


Abb. 2:  
Abhängigkeit des Besamungszeitpunktes von der Möglichkeit der Befruchtung der Eizelle (beim Frischsamen sind die Eizellen länger haltbar)

Traditionell wird die KB nach der a.m.-p.m. Methode durchgeführt. Die Methode nach Trimberger (1948) empfiehlt, dass Kühe, die Brunstsymptome morgens (a.m.) zeigen, abends (p.m.) besamt werden müssen. Kühe, die abends (p.m.) erstmals Brunstanzeichen zeigen, sollen am nächsten Tag morgens (a.m.) zur Besamung vorgestellt werden.

Nebel et al. (1994) arbeiteten mit dieser Methode und verglichen sie mit der KB von Tieren, die unabhängig vom Brunstbeginn immer vormittags besamt wurden. Die 60 Tage Non Return Raten betrug 65,6% (a.m.-p.m.) bzw. 64,6% (a.m.-a.m.). Die besten Ergebnisse wurden erzielt, wenn die KB 0 bis 12 Std. nach der Brunstbeobachtung durchgeführt wurde.

Graves et al. (1997) verglichen ebenfalls die a.m.-p.m. mit der a.m.-a.m. Methode. Ähnlich, wie in der Arbeit von Nebel et al. (1994) wurden die Tiere bei der am-am Methode nur morgens auf Brunstzeichen kontrolliert und bei positiven Zeichen am gleichen Morgen besamt. Sie erhielten mit der am-pm Methode eine Trächtigkeitsrate von 60,5%, während bei der a.m-a.m. Methode eine Trächtigkeitsrate von 57,6% erreicht wurde. Ein einmaliger

Besamungstermin (nur vormittags) kann unter bestimmten Umständen organisatorische Vorteile bieten.

## 2.6 Doppelbesamung

### 2.6.1 Definition

Als Doppelbesamung wird die Durchführung von zwei Inseminationen innerhalb der gleichen Brunst bezeichnet. Manchmal werden in der Praxis brünstige Tiere auch mehrmals in der gleichen Brunst besamt.

### 2.6.2 Bedeutung

Die Doppelbesamung bezweckt allgemein eine bessere Befruchtungsrate. Sie wird besonders durchgeführt bei Tieren, die eine längere Brunst oder eine symptomlose Unfruchtbarkeit zeigen.

Einige Autoren berichten über eine Verbesserung von mehr als 12% der Befruchtungsrate durch eine Doppelbesamung (Bostedt et al., 1976; Lotthammer und Aehnelt, 1977; Bostedt et al., 1977). Fahrbach (1981) dagegen untersuchte unter Praxisbedingungen den Einfluss der Doppelbesamung beim Rind auf das Besamungsergebnis und stellte fest, dass die Doppelbesamung (64,1%) im Vergleich zu der einmaligen Insemination (63,8%) keine signifikante Erhöhung der Befruchtungsergebnisse erbrachte. Den Grund dafür sieht er in der wiederholten Manipulation der Gebärmutter und in den erhöhten Gefahr einer Keimeinschleppung.

Zur gleichen Schlußfolgerung kamen Stevenson et al. (1990). In seiner Arbeit, wurden Holsteinkühe, die nach der dritten oder vierten KB nicht

aufgenommen hatten in vier Behandlungsgruppen eingeteilt. Kühe der ersten Behandlungsgruppe wurden nur einmal besamt. Bei der zweiten Gruppe wurden die Kühe einmal besamt und gleich danach mit 100 ug GnRH behandelt. In der dritten Gruppe wurde eine Doppelbesamung im Abstand von 12 bis 16 Std. durchgeführt, während die vierte Gruppe doppelbesamt und anschließend mit 100 ug GnRH behandelt wurde. Die besten Ergebnisse wurden bei der zweiten Gruppe (41,6%) erreicht, während die Gruppen mit Doppelbesamung deutlich darunter (33,5% Gruppe drei und 37,5% Gruppe vier) lagen.

Über die Häufigkeit von Doppelbesamung in der Praxis der KB gibt es kaum Zahlen. Im Zeitraum vom 1.1.02 bis 31.05.02 wurden im Gebiet der Rinderunion Baden Württemberg insgesamt 248.081 Besamungen (Erst- und Nachbesamung) registriert. In 11.905 Fällen (4,8%) wurde im Zeitraum von 1-3 Tagen nach der KB eine zweite Besamung durchgeführt (Doppelbesamung) (Fischer, persönl. Mitteilung 2002).

## 2.7 Ultraschalldiagnostik

Seit einigen Jahren wird die Ultraschalluntersuchung als wichtiges Diagnosemittel in der tierärztlichen Gynäkologie eingesetzt. Für viele Jahre haben die hohen Kosten der Untersuchung dieses Verfahren auf die Pferdegynäkologie beschränkt. Erst seit einiger Zeit im Zuge der Preissenkung der Geräte und einem besseren Preis-Leistungs-Verhältnis, war es möglich, das Ultraschallgerät in der Rinderpraxis einzusetzen (Neumann, 1999).

### 2.7.1 Die transrektale Ultraschalluntersuchung

Für die transrektale Ultraschalluntersuchung werden die Tiere entsprechend der manuellen rektalen Untersuchung fixiert und vorbereitet (Kähn, 1997; Peter et al., 1992). Als erstes wird eine gründliche Entleerung des Rektums

gemacht, um einen guten Kontakt zwischen der Mucosa und dem Schallkopf zu erreichen. Nur so kann ein gutes Bild ohne Bildstörungen (Artefakte) entstehen (Schwab, 2000). Danach werden die Organe ohne Schallkopf untersucht und im Becken versammelt. Anschließend führt man rektal die Ultraschallsonde ein und untersucht die einzelnen Strukturen.

## 2.7.2 Darstellung der einzelnen Strukturen im Ovar

Für die Ultraschalluntersuchung des Ovars sind zwei Strukturen von Bedeutung, der Follikel und das Corpus luteum. Sie sind in ihrer Echogenität sehr unterschiedlich und können im Ultraschallbild gut differenziert werden.

### 2.7.2.1 Sonographische Darstellung der Follikel

Follikel werden im Ultraschallbild als anechogene Strukturen dargestellt. Sie reflektieren die Ultraschallwellen sehr schlecht auf Grund ihres Flüssigkeitsinhalts. Im Monitor werden Follikel als ein fast schwarzer, runder Bereich dargestellt. Der Follikel wird vom Ovarstroma (hohe Echogenität) abgegrenzt und kann im Ultraschallbild deutlich erkannt werden (Pierson und Ginther, 1984; Kähn und Leidl, 1986; Quirk et al., 1986; Kähn, 1991). Ab einer Größe von 3 - 4 mm können die Follikel bei einer Frequenz von 5MHz zuverlässig erkannt werden. Brunstfollikel haben am Tag des Östrus eine Gesamtgröße von 15 - 18 mm. Sie erreichen ihren maximalen Durchmesser bereits am vorletzten Tag vor der Ovulation und am letzten Tag wachsen sie kaum bis zur Ovulation.

### 2.7.2.2 Sonographische Darstellung des Corpus luteums

Das Corpus luteum ist eine hypoechogene Struktur, die im Ultraschallbild als grau und grobkörnig dargestellt wird. Da es gegenüber dem umliegenden Ovargewebe und anderen Funktionsgebilden deutlich abgegrenzt ist, kann das Corpus luteum mit Hilfe des Ultraschallgerätes mit einer hohen Sicherheit (über 95%) diagnostiziert werden (Ribadu et al., 1994).

Auch Gelbkörper mit einem Hohlraum können gut diagnostiziert und leicht von einem Follikel differenziert werden. Im Bild sieht man den Hohlraum umgeben von einem breiten, echogenen Randsaum, der mit einer anechogenen Flüssigkeitsansammlung gefüllt ist. Über den frühesten Zeitpunkt des Zyklus, in dem das Corpus luteum diagnostiziert werden kann, gibt es unterschiedliche Angaben. Einige Autoren wie Knopf (1990) oder Kot und Ginther (1999) berichten über die Möglichkeit den sich bildenden Corpus luteum schon am Tag der Ovulation zu erkennen. Eine größere Gruppe von Autoren berichten über eine sichere Diagnose erst ab dem zweiten Tag nach der Ovulation (Pierson und Ginther, 1988; Rajamahendran und Taylor, 1988).

### 2.7.2.3 Sonographische Darstellung des nichtgraviden Uterus

Der Uteruskörper und die beiden Uterushörner können auch mit Hilfe des Ultraschallgerätes gut untersucht werden. Im dorsoventralen Längsschnitt durch das Organ ist sein Umriss mit der großen Kurvatur in Form einer konvexen Rundung sehr deutlich zu erkennen. Sie ist hypoechogen und grenzt die Uteruswand von der etwas echogeneren Umgebung ab. Auch im nichtgraviden Uterus kann eine Flüssigkeitsansammlung im Uteruslumen beobachtet werden. Sie tritt vermehrt in den Tagen um den Östrus auf und muss von einer Trächtigkeit in der Frühphase differenziert werden (Kähn, 1991).

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Untersuchte Tiere

##### 3.1.1 Auswahl der Betriebe

Die praktischen Untersuchungen dieser Arbeit wurden vom 1.01.2002 bis zum 30.04.2002 auf landwirtschaftlichen Betrieben im Besamungsgebiet der Rinderunion Baden-Württemberg durchgeführt. Ausgewählt wurde die Außenstelle Bad Waldsee (Allgäuer Gebiet), weil dort die Dichte der Besamungsbetriebe sehr hoch ist. Die enge räumliche Nachbarschaft der Betriebe war für die Durchführung der Untersuchungen wichtig, da die Tiere gleich nach der Besamung untersucht werden konnten, ohne den normalen Besamungsablauf zu verzögern. Die Auswahl der Tiere erfolgte grundsätzlich durch den Betriebsleiter und den Besamungsbeauftragten. Die beiden Besamungstechniker hatten in den 4 Monaten vor Versuchsbeginn (1.1.02 bis 30.4.02) eine Non-Return-Rate von 65,0% (1787 Erstbesamungen) bzw. 76,0% (1419 Erstbesamungen) erzielt. Der Besamungsindex der beiden Besamungstechniker lag bei 1,85 bzw. 1,67.

##### 3.1.2 Auswahl der zu untersuchenden Tiere

Für die vorliegende Arbeit bestand die Ausgangsgruppe aus 311 Tieren. Diese Gruppe wurde auf 304 reduziert, da 7 Tiere nach der ersten Untersuchung nicht weiter zur Verfügung standen. Die 304 Tiere stammten aus 49 verschiedenen Betrieben. Bei den untersuchten Tieren handelte es sich nur in 11 Fällen um Färsen. Alle anderen Tiere (293) hatten mindestens einmal gekalbt. Die landwirtschaftlichen Betriebe im Allgäu sind hauptsächlich Braunviehmilchbetriebe. Dementsprechend gehörte die Mehrzahl (65%) der untersuchten Tiere der Rasse Braunvieh an (Tab. 2).

Tabelle 2:  
Verteilung nach Rassen

<b>Rasse</b>	<b>Prozent</b>
Braunvieh	65 %
Schwarzbunt	26 %
Fleckvieh	9 %

Die überwiegende Zahl der Betriebe hatte einen Laufstall (65%), der Rest der Betriebe (35%) benutzte noch eine Anbindehaltung.

Die Verteilung der Anzahl der durchgeführten Untersuchungen auf die Betriebe ist in Tabelle 3 aufgeführt.



Tabelle 3:

Anzahl der durchgeführten Untersuchungen / Betrieb

<b>Betrieb Nr.</b>	<b>Anz. Unters.</b>		<b>Betrieb Nr.</b>	<b>Anz. Unters.</b>
<b>1</b>	<b>1</b>		<b>26</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>9</b>		<b>27</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>12</b>		<b>28</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>6</b>		<b>29</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>3</b>		<b>30</b>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>6</b>		<b>31</b>	<b>1</b>
<b>7</b>	<b>3</b>		<b>32</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>1</b>		<b>33</b>	<b>2</b>
<b>9</b>	<b>2</b>		<b>34</b>	<b>17</b>
<b>10</b>	<b>2</b>		<b>35</b>	<b>6</b>
<b>11</b>	<b>12</b>		<b>36</b>	<b>2</b>
<b>12</b>	<b>9</b>		<b>37</b>	<b>3</b>
<b>13</b>	<b>2</b>		<b>38</b>	<b>1</b>
<b>14</b>	<b>10</b>		<b>39</b>	<b>1</b>
<b>15</b>	<b>8</b>		<b>40</b>	<b>1</b>
<b>16</b>	<b>1</b>		<b>41</b>	<b>11</b>
<b>17</b>	<b>3</b>		<b>42</b>	<b>8</b>
<b>18</b>	<b>15</b>		<b>43</b>	<b>2</b>
<b>19</b>	<b>5</b>		<b>44</b>	<b>1</b>
<b>20</b>	<b>7</b>		<b>45</b>	<b>1</b>
<b>21</b>	<b>1</b>		<b>46</b>	<b>6</b>
<b>22</b>	<b>1</b>		<b>47</b>	<b>4</b>
<b>23</b>	<b>1</b>		<b>48</b>	<b>13</b>
<b>24</b>	<b>14</b>		<b>49</b>	<b>40</b>
<b>25</b>	<b>18</b>		<b>TOTAL:</b>	<b>304</b>

Die Verteilung der Häufigkeit der Untersuchungen in einem Betrieb wird in der Tabelle 4 gezeigt. In 28 von 49 Betrieben wurden maximal 5 Tiere untersucht. In einem Betrieb wurden 40 Untersuchungen durchgeführt, das sind 13,2 % aller Untersuchungen.

Tabelle 4:  
Zahl der Untersuchungen pro Betrieb

<b>Anzahl der Untersuchungen pro Betrieb</b>	<b>Anzahl der Betriebe</b>
Von 1 bis 5	28
Von 6 bis 10	11
Von 11 bis 15	7
Von 16 bis 20	2
Von 21 bis 25	0
Von 26 bis 30	0
Von 31 bis 35	0
Von 36 bis 40	1
GESAMT:	49

### 3.1.3 Ultraschallgerät und Ultraschalluntersuchung

Die Ultraschalluntersuchungen wurden mit dem Gerät Sono Ace 600® (Fa. Kretztechnik) und einer 7,5 MHz-Linearsonde in dem B-Modus durchgeführt. Der Scanner Sono Ace 600® ist ein tragbares Gerät, welches sowohl für den Netz- als auch für den Batteriebetrieb ausgerichtet ist. Die Untersuchungen zu dieser Arbeit wurden ausschließlich im Batteriebetrieb durchgeführt. Zur Untersuchung befand sich der Schallkopf in einem mit Ultraschallgel gefüllten Finger eines Einmalhandschuhs, wie er zur rektalen Untersuchung verwendet wird. Es wurde darauf geachtet, dass die Einstellung des Gerätes im gesamten Untersuchungszeitraum nicht verändert wurde.

Während der Ultraschalluntersuchung wurden die Tiere zum Schutz des Gerätes und des Untersuchers entweder im Selbstfanggitter oder in Liegeboxen fixiert. Nach gründlicher Entleerung des Rektums erfolgte eine manuelle Kontrolle des inneren Genitaltraktes. Der Uterus wurde im Becken versammelt und die Eierstöcke lokalisiert. Anschließend wurde der Schallkopf unter manueller Kontrolle in das Rektum eingeführt und über dem Uterus platziert. Zunächst wurden das rechte Ovar, dann das linke Ovar und anschließend die beiden Uterushörner untersucht. Beide Ovarien wurden mehrmals in mediolateraler und mediomedialer Richtung mit dem Schallkopf umfahren. Dazu lag der Schallkopf zwischen den zugespitzten Fingern und das Ovar wurde mit dem Zeige- und dem kleinen Finger seitlich begrenzt.

### 3.2 Untersuchung und Untersuchungsparameter

#### 3.2.1 Ablauf der Untersuchung

Die Durchführung der Untersuchungen wurde so organisiert, dass der normale Ablauf der Besamungstour und der Besamung nicht gestört bzw. verzögert wurde. Die Landwirte meldeten morgens oder nachmittags telefonisch die Besamungen an, und der Besamungstechniker organisierte anhand dieser Meldungen die Besamungstour. Es wurden nur Tiere besamt, die frei von pathologischen Veränderungen des Genitaltraktes waren und ein ungestörtes Allgemeinbefinden zeigten. Tiere, die zur Besamung angemeldet wurden und mindestens einmal gekalbt hatten wurden auf ihre Geschlechtsgesundheit und auf vorliegende Brunstsymptome durch den Besamungstechniker kontrolliert. Waren die Voraussetzungen für die Durchführung der Besamung gegeben, wurden die Tiere in den Versuch aufgenommen. Im Anschluss an die Besamung erfolgte die klinische Beurteilung und die sonographische Untersuchung.

### 3.2.2 Datenerfassung

Für die Datenaufnahme wurde ein Fragebogen mit allen wichtigen Fragen angefertigt und beim Tierhalter ausgefüllt. Die Anzahl der Laktationen wurde erfasst, um den Einfluss des Alters bestimmen zu können. Das Abkalbedatum und der Geburtsverlauf wurden ebenfalls registriert, um die Rastzeit und die Gützeit des Tieres zu ermitteln.

Die Untersuchungen wurden anlässlich der ersten Besamung oder einer der nachfolgenden Besamungen durchgeführt. Die Verteilung der Tiere auf eine dieser Untergruppen erfolgte zufällig. Es wurde das Datum und die Uhrzeit der KB aufgeschrieben, um später das Intervall zwischen dem beobachteten Beginn der Brunst und der KB bestimmen zu können.

### 3.2.3 Beurteilung der äußeren Brunstsymptome

Die Aufzeichnungen über die äußeren Brunstsymptome wurden vor der sonographischen Untersuchung angefertigt. Dabei wurden drei Punkte berücksichtigt:

#### a) Zustand des äußeren Genitales (Vulva)

Für diesen Parameter wurde der Grad der Vulvaschwellung ermittelt und klassifiziert. Tiere ohne Veränderung wurden mit 0 bewertet, leicht geschwollen mit 1, mittel mit 2 und stark mit 3.

#### b) Zustand der Schleimhaut des Vestibulums

Nach dem Aufspreizen der Vulvalippen wurde die Schleimhautfärbung betrachtet und klassifiziert. Tiere mit einer blassen Schleimhaut wurden mit 0 bewertet, leicht gerötet mit 1, mittel mit 2 und stark hypäremisch mit 3.

#### c) Abgang von Brunstschleim

Auf den Abgang von Brunstschleim wurde vor und während der Ultraschalluntersuchung geachtet. Zusätzlich wurde der Tierhalter über den Abgang von Brunstschleim befragt. (Keine Menge Brunstschleim: 0, geringe Menge: 1, mittel: 2, große Menge: 3).

### 3.2.4 Beurteilung der inneren Brunstsymptome

Die Kontraktionsbereitschaft des Uterus bei der rektalen Untersuchung wurde mit folgendem Untersuchungsschlüssel bewertet:

Tabelle 5:  
Klassifizierung für den Parameter Grad der Kontraktionsbereitschaft

Kategorie	Grad der Kontraktionsbereitschaft
0	keine Kontraktion
1	leichte
2	mittlere
3	starke

Bei der Gebärmutteruntersuchung mittels Ultraschall wurde auch die im Uterus befindliche Flüssigkeitsmenge von 0 bis 3 bewertet. Die Gebärmutter erscheint im Ultraschallbild als ein echogenes, dunkles Bild. Die Klassifizierung erfolgte nach folgenden Kriterien: 0 für Tiere ohne Flüssigkeitsansammlung, 1 für Flüssigkeitsansammlung bis max. 0,5 cm Durchmesser, 2 für Flüssigkeitsansammlung bis max. 1 cm und 3 für Flüssigkeitsansammlung über 2 cm Durchmesser.

### 3.2.5 Ovarien

Zur Bestimmung der Größe der Follikel wurde deren größter Durchmesser und der Durchmesser senkrecht dazu gemessen. Anschließend wurden die beiden Werte als Durchmesser des Follikels gemittelt. Es wurden die beiden größten Follikel auf den Ovarien eines Tieres ausgemessen.

### 3.2.6 Weiteres Vorgehen

Die untersuchten Tiere wurden spätestens nach 24 Std. erneut untersucht. Dabei wurde kontrolliert, ob inzwischen eine Ovulation eingetreten war. Wenn keine Ovulation festzustellen war, wurde das Tier 7 bis 14 Tage später erneut kontrolliert. Dabei wurde insbesondere auf die Anwesenheit eines Gelbkörpers geachtet.

Bei einigen Tieren mit einer längeren Brunstdauer wurde eine Doppelbesamung durchgeführt. Die Doppelbesamung wurde insbesondere empfohlen, wenn nach der zweiten sonographischen Untersuchung noch keine Ovulation eingetreten war.

Die Trächtigkeitsuntersuchung erfolgte sonographisch oder mittels rektaler Palpation ab der 5. Woche nach der KB. Die Nachbesamungen bei nicht trächtig gewordenen Tieren wurden ebenfalls erfasst und bei den Auswertungen berücksichtigt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Verteilung der Untersuchungstermine

Für diese Analyse konnten die Daten der 304 untersuchten Tiere verwendet werden. Sie wurden in Gruppen eingeteilt, wobei die erste Gruppe aus den Tieren bestand, die am Tag der Untersuchung zum ersten Mal besamt wurden. Zur zweiten Gruppe gehörten diejenigen Tiere, welche innerhalb von 30 Tagen nach der Erstbesamung zur Nachbesamung vorgestellt wurden. Bei der dritten, vierten und fünften Gruppe wurde ein Intervall von 10 Tagen gewählt. Die folgende Abbildung (Abb. 3) zeigt die Verteilung der Untersuchungstermine in Bezug auf den Termin der Erstbesamung.

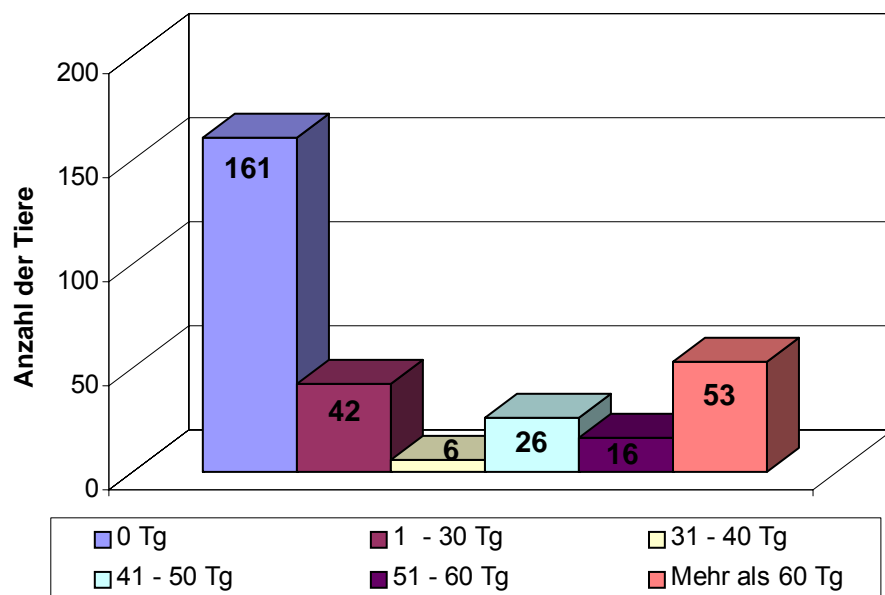


Abb. 3:  
Verteilung der Untersuchungstermine bezogen auf den Termin der ersten Besamung p.p. (*post partum*)

Mehr als die Hälfte der Tiere (53,0 %) befanden sich in der ersten Gruppe während 13,8% innerhalb der ersten 30 Tage nach der Erstbesamung zur Nachbesamung vorgestellt und untersucht wurden. Bei 53 Tieren erfolgte die Untersuchung mindestens zwei Monate nach ihrer Erstbesamung. Diese Gruppe bestand aus Tieren, die mehrfach besamt worden waren und offenbar Fruchtbarkeitsprobleme aufwiesen. Die Aufschlüsselung des Tiermaterials nach der Besamungsnummer (Tab.6) zeigt, dass etwa die Hälfte der Tiere im Zuge einer Erstbesamung (erste KB p.p.) untersucht wurden.

Tabelle 6:  
Verteilung der Untersuchungen nach Besamungsnummer

<b>Besamungs Nr.</b>	<b>Färsen</b>	<b>Kühe</b>	<b>Gesamt:</b>
1	6	155	161
2	4	73	77
3	1	42	43
> 3	0	23	23
<b>Gesamt:</b>	<b>11</b>	<b>293</b>	<b>304</b>

## 4.2 Ergebnisse bei Tieren in der Erstbesamung

Unter Rastzeit versteht man den Zeitabstand in den Tagen von der Abkalbung bis zur erstmaligen Bedeckung oder Erstbesamung. In dieser Analyse wurde die Gruppe von 155 Kühen einbezogen, die in der Brunst zur Erstbesamung sonographisch untersucht wurden.

In der folgenden Abbildung (Abb. 4) ist die Verteilung der Erstbesamungen p.p. in den ersten 30 Tagen und danach in 10-Tage Intervallen dargestellt.



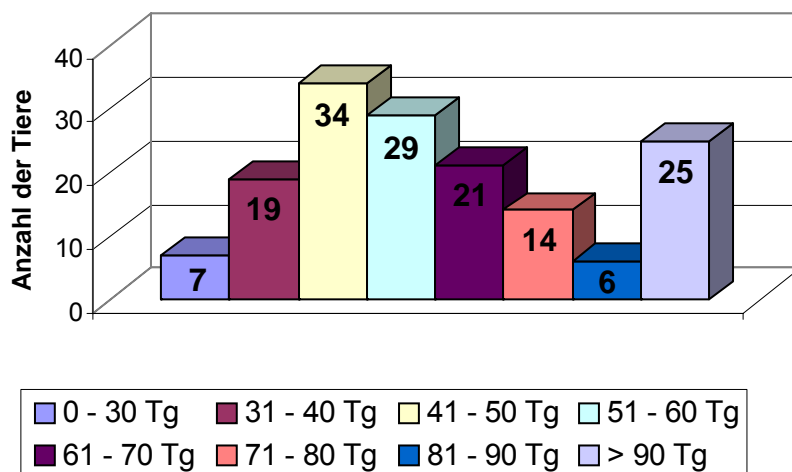


Abb. 4:

Verteilung der Rastzeit bei den Kühen mit einer Erstbesamung

Tabelle 7:

Einfluss der Rastzeit auf die Häufigkeit einer verzögerten Ovulation bei Kühen (Gruppierung in 30-Tage Intervallen)

Intervall in Tagen	Zahl n	Anteil an allen Tieren %	Davon Tiere mit verzögerter Ovulation	
			n	%
0 – 30	7	4,5	5	71,4
31-60	82	53,0	34	41,5
61-90	41	26,4	21	50,1
> 90	25	16,1	13	52,0
<b>Gesamt:</b>	<b>155</b>	<b>100,0</b>	<b>73</b>	<b>47,1</b>

Der Schwerpunkt der Erstbesamungen lag zwischen 31 und 60 Tagen p.p. Auf besonderen Wunsch der Tierbesitzer wurden einige Tiere innerhalb der ersten 30 Tage p.p. besamt. Ein nicht unerheblicher Teil (16,1%) wurde erst ab dem 90 Tag p.p. zur Erstbesamung vorgestellt.

Bei Tieren, die vor dem 30. Tag p.p. besamt wurden, wurde in 5 von 7 Fällen eine verzögerte Ovulation beobachtet. Die Untersuchung von insgesamt 41 Tieren, die zwischen dem Tag 61 bis 90 besamt worden waren, ergab ebenfalls einen hohen Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation (50,1%). Allerdings liegen diesen Werten mit relativ niedrigen Tierzahlen zu Grunde. Werden die Rastzeiten der Tiere nach Monaten zusammengefasst, ergeben sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den Gruppen (Tab. 7).

Die durchschnittliche Trächtigkeitsrate (Tab. 8) bei den Tieren mit einer Ovulation innerhalb von 24 Std. nach der Erstbesamung betrug 48,8 % gegenüber 34,2% (Differenz  $p > 0,05$ ; Chi-Quadrat) bei Tieren mit einer verzögerten Ovulation. Keines der Tiere, die vor dem 30. Tag p.p. besamt worden waren, wurde trüchtig. Die Aufschlüsselung der Besamungsdaten in 10-Tage Intervalle ergab keinen Zusammenhang zwischen der Dauer der Rastzeit und dem Trächtigkeitsergebnis in Abhängigkeit von einer verzögerten Ovulation.

Tabelle 8:

Einfluss der Rastzeit auf die Trächtigkeitsrate (Erstbesamungserfolg) bei Kühen mit bzw. ohne verzögerte Ovulation

Rastzeit in Tagen	Anzahl Tiere (n)	Trächtigkeitsrate %	
		Ovulation ja	Ovulation Nein
0 – 30	7	0,0	0,0
31 – 40	19	36,4	25,0
41 – 50	34	43,0	38,5
51 – 60	29	62,5	54,0
61 – 70	21	60,0	50,0
71 – 80	14	50,0	50,0
81 – 90	6	0,0	0,0
Mehr als 90	25	50,0	23,1
<b>Gesamt:</b>	<b>155</b>	<b>48,8</b>	<b>34,2</b>

Auch bei Gruppierung der Kühe in Monatsintervallen war kein signifikanter Einfluss der Rastzeit auf die erzielten Trächtigkeitsraten zu erkennen (Tab. 9).

Tabelle 9:

Einfluss der Rastzeit auf die Trächtigkeitsrate (Erstbesamungserfolg) bei Kühen mit bzw. ohne verzögerte Ovulation

Rastzeit in Tagen	Anzahl Tiere (n)	Trächtigkeitsrate %	
		Ovulation Ja	Ovulation Nein
0 – 30	7	0,0	0,0
31 – 60	82	49,7	41,2
61 – 90	41	55,0	38,1
Mehr als 90	25	50,0	23,1
<b>Gesamt:</b>	<b>155</b>	<b>48,8</b>	<b>34,2</b>

#### 4.3 Einfluss der Besamungsnummer auf die Ovulations- und Trächtigkeitsrate

In Tabelle 10 ist der Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation in Abhängigkeit vom Besamungsnummer (erste bis dritte KB und mehr) aufgeschlüsselt. Der Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation betrug im Gesamtmaterial (304 Tiere) 46,1 %. Bei Tieren, die im Rahmen der ersten, zweiten oder dritten Besamung untersucht worden waren, betrug der Anteil zwischen 41,6 und 45,4%. Insgesamt wurden 23 Tiere im Rahmen der vierten Besamung oder sogar einer höheren Besamungsnummer untersucht. Bei dieser Gruppe betrug der Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation 73,9%. (Differenz zur Besamung 1, 2 oder 3  $p < 0,05$ ; Chi-Quadrat).

Tabelle 10:  
Zusammenhang zwischen Besamungsnummer und verzögerter Ovulation

Anzahl Besamung	Anzahl Tiere	Verzögerte Ovulation	Anteil %
1	161	73	45,4
2	77	32	41,6
3	43	18	41,9
Mehr als 3	23	17	73,9
<b>Gesamt:</b>	<b>304</b>	<b>140</b>	<b>46,1</b>

Tabelle 11:  
Zusammenhang zwischen Besamungsnummer, Trächtigkeitsrate und verzögerter Ovulation

KB Nr.	Anzahl Tiere	Ovulation ja	TU+%	Ovulation nein	TU+%
1	161	88	50,0*	73	34,3
2	77	45	53,3	32	31,3
3	43	25	36,0	18	33,3
Mehr als 3	23	6	33,3	17	29,4
<b>Gesamt:</b>	<b>304</b>	<b>164</b>	<b>48,2**</b>	<b>140</b>	<b>32,9</b>

\*Differenz  $p < 0,05$  zu Tieren mit verzögerter Ovulation

\*\*Differenz  $p < 0,01$  zu Tieren mit verzögerter Ovulation

Die Trächtigkeitsraten bei Tieren, die eine zeitgerechte Ovulation aufwiesen, waren am höchsten bei Tieren in der ersten und zweiten Besamung (50,0 bzw. 53,3 %). Bei Tieren mit einer verzögerten Ovulation war kein Einfluss der Besamungsnummer auf das Trächtigkeitsergebnis zu beobachten. Die Trächtigkeitsraten schwankten hier zwischen 29,4 % (> 3 Besamungen) und

34,3 % (1 Besamung). Insgesamt war das Trächtigkeitsergebnis bei Tieren mit zeitgerechter Ovulation (48,2%) signifikant besser als bei Tieren mit verzögerter Ovulation (32,9%;  $p < 0,01$ ).

#### 4.4 Zusammenhang zwischen Laktationsnummer, Trächtigkeitsrate und verzögerter Ovulation

Bei den 293 Tieren in Laktation wurde der Einfluss des Alters (Laktationsnummer) auf das Ereignis "verzögerte Ovulation" untersucht (Tab.12). Der Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation schwankte zwischen 33,3 % bei Tieren in der 3. Laktation und 54,0 % bei Tieren mit >4 Laktationen. Der Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation war in der dritten Laktation signifikant niedriger als in der ersten oder ab der fünften Laktation.

Tabelle 12:  
Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation in Abhängigkeit von der Laktationsnummer

Laktation	Anzahl	Verzögerte Ovulation	Prozent
1	82	43	52,4 <sup>a</sup>
2	68	31	45,6 <sup>ab</sup>
3	60	20	33,3 <sup>b</sup>
4	33	17	51,5 <sup>ab</sup>
> 4	50	27	54,0 <sup>a</sup>
<b>Gesamt:</b>	<b>293</b>	<b>138</b>	<b>47,1</b>

a,b: Werte in einer Spalte mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant verschieden ( $p < 0,05$ ; Chi-Quadrat)

Die Aufschlüsselung der Trächtigkeitsraten nach Alter der Tiere (Laktationsnummer) ergab stark schwankende Ergebnisse, sowohl bei Tieren mit einer zeitgerechten Ovulation als auch bei Tieren mit einer verzögerten Ovulation (Tab. 13). Bei Tieren in der ersten bis dritten Laktation zeigte sich eine Differenz in der Trächtigkeitsrate ähnlich wie im Gesamtmaterial.

Tabelle 13:  
Zusammenhang zwischen Laktationsnummer, Trächtigkeitsrate und verzögerter Ovulation

<b>Laktation</b>	<b>Anzahl Tiere</b>	<b>Ovulation ja</b>	<b>Davon Trächtig %</b>	<b>Ovulation nein</b>	<b>Davon Trächtig %</b>
1	82	39	35,9	43	20,9
2	68	37	64,9	31	41,9
3	60	40	47,5	20	40,0
4	33	16	37,5	17	11,8
> 4	50	23	52,2	27	44,4
<b>Gesamt:</b>	<b>293</b>	<b>155</b>	<b>48,4</b>	<b>138</b>	<b>31,9</b>

#### 4.5 Einfluss des Untersuchungszeitpunktes

Bei dieser Analyse konnten 16 Tiere aus dem Gesamtmaterial nicht berücksichtigt werden, weil keine Angaben über den exakten Zeitpunkt des Brunstbeginns vorhanden waren. Insgesamt wurden 288 Tiere analysiert. Die Untersuchung der Tiere erfolgte jeweils innerhalb einer Stunde nach der Besamung. Zeitpunkt der Untersuchung und Besamung können daher als identisch angesehen werden. Der Besamungszeitpunkt lag bei etwa der Hälfte der Tiere (143; 49,6%) zwischen 11 und 20 Std. nach dem Brunstbeginn und entsprach damit den üblichen Anforderungen. Immerhin fast ein Viertel der Tiere wurde erst 21 – 30 Std. nach Brunstbeginn zur Besamung vorgestellt.

Tabelle 14:

Zeitpunkt der ersten Untersuchung ( =KB) im Verhältnis zum Beginn der Brunst (erste Brunstbeobachtung)

<b>Intervall (Std.)</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Anteil an allen Tieren</b>
<b>Brunstbeginn-KB</b>	<b>Kühe und Färsen</b>	<b>%</b>
0 – 10	66	22,9
11 – 20	143	49,6
21 – 30	68	23,6
Mehr als 30	11	3,8
<b>Gesamt</b>	<b>288</b>	<b>100,0</b>

Der Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation im Gesamtmaterial (288 Tiere) betrug 44,1 % (Tab. 15). Bei Tieren, die schon in den ersten 10 Stunden nach der ersten Brunstbeobachtung untersucht worden waren, wurde ein Anteil von 45,5 % Tieren mit einer verzögerten Ovulation ermittelt. In der Gruppe „späte Besamung“, die 21 – 30 Std. nach der ersten Brunstbeobachtung untersucht worden waren, war der Anteil sogar etwas niedriger (39,7 %). Es bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ( $p > 0,05$ ; Chi-Quadrat).

Tabelle 15:

Anteil von Tieren mit verzögerter Ovulation im Abhängigkeit vom Untersuchungszeitpunkt ( =KB)

<b>Intervall (Std.)</b>	<b>Anzahl Tiere</b>	<b>Tiere mit</b>	
<b>Brunstbeginn-KB</b>		<b>verzögerter Ovulation</b>	
		<b>n</b>	<b>%</b>
0 – 10	66	30	45,5
11 – 20	143	64	44,8
21 – 30	68	27	39,7
Mehr als 30	11	6	54,5
<b>Gesamt</b>	<b>288</b>	<b>127</b>	<b>44,1</b>

Tabelle 16:

Verzögerte Ovulation und Trächtigkeitsrate in Abhängigkeit vom Besamungs- bzw. Untersuchungszeitpunkt (=KB)

<b>Intervall (Std.)</b>	<b>Ovulation</b>	<b>Trächtig</b>	<b>Ovulation</b>	<b>Trächtig</b>
<b>Brunstbeginn- KB</b>	<b>ja</b>	<b>%</b>	<b>Nein</b>	<b>%</b>
0 – 10	36	61,1 <sup>a</sup>	30	26,7 <sup>b</sup>
11 – 20	79	40,5	64	39,1
21 – 30	41	48,8 <sup>a</sup>	27	22,2 <sup>b</sup>
> 30	5	80,0	6	16,7
<b>Gesamt:</b>	<b>161</b>	<b>48,4<sup>a</sup></b>	<b>127</b>	<b>31,5<sup>b</sup></b>

a,b: Signifikante Differenz in einer Zeile ( $p < 0,05$ ; Chi-Quadrat)

Die Trächtigkeitsraten bei 161 Tieren, bei denen eine zeitgerechte Ovulation festgestellt worden war, zeigten eine gewisse klare Abhängigkeit vom Besamungszeitpunkt. Die Gruppe von Tieren, die bereits bis zu 10 Std. nach der Brunstbeobachtung besamt wurden, hatte mit 61,1 % ein sehr gutes Ergebnis, während die Besamung im optimalen Zeitraum (11 – 20 Std. nach Brunstbeobachtung) nur eine Trächtigkeitsrate von 40,5 % aufwies (Differenz  $p < 0,05$ ).

Die Gesamtträchtigkeitsrate bei der Gruppe der Tiere, die innerhalb der ersten 24 Std. nach der Besamung nicht ovuliert hatten, lag bei 31,5 %. Es wurden keine signifikanten Unterschiede der Trächtigkeitsrate in Abhängigkeit vom Besamungszeitpunkt bei den Tieren mit einer verzögerten Ovulation beobachtet.

#### 4.6 Anteil trächtiger Tiere in Abhängigkeit von der Brunstintensität und dem Ereignis Ovulation

Bei der Mehrzahl der Tiere (217; 71,4% aller Tiere) wurde die Brunstintensität mit 7 - 9 Punkten bewertet. Der Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation war in der Gruppe mit der höchsten Intensität der



Brunsterscheinungen am niedrigsten (27,8 %). Es bestanden jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen Gruppen.

Die Trächtigkeitsraten in den Gruppen mit verschiedener Brunstintensität schwankten zwischen 22,2% und 40,0% (Differenz  $p > 0,05$ ).

Tabelle 17:

Zusammenhang zwischen der Brunstintensität und dem Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation

<b>Brunstintensität von 0 bis 12</b>	<b>Anzahl Tiere</b>	<b>Verzögerte Ovulation</b>	<b>Trächtig %</b>
0 – 3	0	-	-
4 – 6	15	9 (60,0%)	22,2
7 – 9	217	109 (50,2%)	33,0
10 – 12	72	20 (27,8%)	40,0
Gesamt:	304	138 (45,4%)	33,3

#### 4.7 Zusammenhang zwischen Untersuchungs- bzw. Besamungszeitpunkt, Brunstintensität und Trächtigkeitsrate

Die Brunstintensität der untersuchten Tiere war unabhängig vom Intervall zwischen den ersten Brunstbeobachtung und dem Untersuchungszeitpunkt (Tab. 18). Die durchschnittliche Brunstintensität in den 4 Gruppen schwankte nur zwischen 8,2 und 8,8. Die Trächtigkeitsrate zeigte eine leicht rückläufige Tendenz mit zunehmendem Abstand der Besamung zum Zeitpunkt der ersten Brunstbeobachtung.

Tabelle 18:

Zusammenhang zwischen Untersuchungs- bzw. Besamungszeitpunkt, Brunstintensität und Trächtigkeitsrate

<b>Intervall (Std.)</b> <b>Brunstbeginn-KB</b>	<b>Anzahl</b> <b>Tiere</b>	<b>Mittlere</b> <b>Brunstintensität</b>	<b>Trächtig</b> <b>%</b>
-10	66	8,2	45,4
-20	143	8,5	38,8
-30	68	8,8	38,2
Mehr als 30	11	8,4	33,3

#### 4.8 Verzögerte Ovulation und Anzahl der Follikel

In Tabelle 19 ist die Zahl großer Follikel (> 10 mm) bei den 304 untersuchten Tieren zum Zeitpunkt der Besamung (=Untersuchung) wiedergegeben. Bei 75% der untersuchten Tiere wurde nur ein großer Follikel gefunden. In 67 Fällen (22,0 %) waren 2 Follikel auf den Ovarien nachweisbar und in 9 Fällen wurden 3 oder mehr solcher Follikel gefunden.

Tabelle 19:

Häufigkeit von Tieren mit 1,2,3 oder 4 Follikel (>10 mm) zum Zeitpunkt der Untersuchung

<b>Anzahl Follikel</b>	<b>Anzahl Tiere</b>	<b>Anteil an allen</b> <b>Tieren %</b>
1	228	75,0
2	67	22,0
3	7	2,3
4	2	0,7
<b>Gesamt:</b>	<b>304</b>	<b>100,0</b>

#### 4.8.1 Tiere mit einem Follikel

Bei der Analyse der einzelnen Gruppen wurde der Durchmesser von den einzelnen Follikeln ausgerechnet. Anschließend wurde das arithmetische Mittel ausgerechnet und mit der Ovulationsrate verglichen. Bei Tieren mit einem Follikel mit einem der physiologischen Größe entsprechenden Durchmesser (1,3 und 1,8 cm) war der Anteil von verzögerten Ovulationen am niedrigsten (37,1 %). Betrug die Follikelgröße dagegen über 1,9 cm war in 87% der Fälle 24 Std. nach der Erstuntersuchung noch keine Ovulation eingetreten.

Tabelle 20:

Zusammenhang zwischen der Follikelgröße und dem Anteil von Tieren mit verzögerter Ovulation bei Tieren mit einem Östrus-Follikel

Durchmesser mm	Anzahl	Verzögerte Ovulation	
		n	%
9,0 bis 12,5	27	12	44,4 <sup>a</sup>
13,0 bis 18,5	178	66	37,1 <sup>a</sup>
19,0 bis 29,5	23	20	87,0 <sup>b</sup>
<b>Gesamt:</b>	<b>228</b>	<b>98</b>	<b>43,0</b>

a,b: Werte mit verschiedenen Buchstaben in einer Spalte sind signifikant verschieden ( $p < 0,05$ ; Chi-Quadrat)

Die durchschnittliche Trächtigkeitsrate der Tiere mit zeitgerechter Ovulation lag bei 57,0%. Die Aufgliederung nach Follikelgröße zum Zeitpunkt der Besamung ergab keine signifikanten Unterschiede in der Trächtigkeitsrate. Bei den Tieren, die nach 24 Std. noch nicht ovuliert hatten, betrug die durchschnittliche Trächtigkeitsrate nur 27,6%. Auch in dieser Gruppe hatte die Follikelgröße keinen Einfluss auf die Trächtigkeitsrate.

Tabelle 21:

Zusammenhang zwischen Follikelgröße, verzögerter Ovulation und Trächtigkeitsrate (Tiere mit einem Follikel)

<b>Durchmesser</b>	<b>Ovulation</b>	<b>davon</b>	<b>verzögerte</b>	<b>davon</b>
<b>Mm</b>	<b>ja</b>	<b>trächtig %</b>	<b>Ovulation</b>	<b>trächtig %</b>
9,0 bis 12,5	15	53,3	12	33,3
13,0 bis 18,5	112	45,5	66	27,3
19,0 bis 29,5	3	66,7	20	25,0
<b>Gesamt:</b>	<b>130</b>	<b>57,0</b>	<b>98</b>	<b>27,6</b>

#### 4.8.2 Tiere mit zwei Follikeln

Von den 67 Tieren mit 2 großen Brunstfollikeln hatten 20 (30,0%) 24 Std. nach der Erstuntersuchung noch nicht ovuliert. Bei 10 dieser Tiere wurde später eine Trächtigkeit festgestellt. In 35,8% der Fälle (24 Tiere) hatte eine Ovulation stattgefunden und bei 23 Tieren (34,3%) war es zur Ovulation beider Follikel gekommen. Die Trächtigkeitsrate bei Tieren mit einer oder 2 Ovulationen betrug 45,8% bzw. 30,4%.

#### 4.9 Ergebnisse der Nachuntersuchung im Diöstrus

Die Tiere, die keine Ovulation 24 Std. nach der Erstuntersuchung aufwiesen, wurden 7 bis 14 Tage später nachuntersucht. Die Gruppe wurde von 140 auf 116 reduziert, denn bei 24 Tieren konnte aus organisatorischen Gründen diese Untersuchung nicht durchgeführt werden. Bei 80 von 116 Tieren (68,9%) konnte ein Corpus luteum nachgewiesen werden. Die erreichte Trächtigkeitsrate lag in dieser Gruppe bei 37,5%.

#### 4.10 Doppelbesamung

Bei 46 Tieren mit einer verzögerten Ovulation wurde etwa 24 Std. nach der ersten Besamung eine erneute Besamung (Doppelbesamung) durchgeführt. Die Trächtigkeitsrate bei diesen Tieren betrug 37,0% und war nicht signifikant verschieden von Tieren mit einer verzögerten Ovulation, die nur einmal im Östrus besamt worden waren (30,0%).

## 5 Diskussion

Das Phänomen der verzögerten Ovulation beim Rind ist seit langem in der Praxis der KB bekannt. Allerdings gibt es dazu nur einige wenige wissenschaftliche Untersuchungen, in denen die Häufigkeit der verzögerten Ovulation beim Rind ermittelt wurde. Dabei handelt es sich um ältere Untersuchungen, die unter Verhältnissen entstanden, die heute so in der Rinderzucht nicht mehr gegeben sind: Milchleistung, Fütterung und Haltung haben sich in den letzten 20-30 Jahren in den landwirtschaftlichen Betrieben sehr stark verändert und dies könnte auch Reproduktionsfunktionen wie Zeitdauer des Östrus oder den Zeitpunkt der Ovulation beeinflussen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, in einer Felduntersuchung die Häufigkeit der verzögerten Ovulation mit Hilfe der Sonographie zu erfassen. Insbesondere galt es festzustellen, in wie weit eine verzögerte Ovulation als Sterilitätsursache in Betracht zu ziehen ist.

Die in diese Studie aufgenommenen 304 Tiere stammten aus 49 landwirtschaftlichen Betrieben. Die Verteilung der Tiere auf so viele Betriebe sollte den Einfluss von Fütterung, Haltung und Management der Brunstbeobachtung minimieren. So wurden aus 28 Betrieben maximal 5 Tiere in die Studie aufgenommen und in weiteren 20 Betrieben wurden zwischen 6 und 20 Untersuchungen durchgeführt, so dass 264 Tiere aus 48 verschiedenen Betrieben stammten. Durch diese Verteilung der untersuchten Tiere sollten betriebspezifische Einflüsse auf die erhobenen Daten weitgehendst ausgeschaltet werden.

Die Aufnahme der Tiere in das Untersuchungsmaterial war ein Prozess in 3 Stufen. Zuerst wurden Tiere wegen der äußeren Brunstsymptome zur Besamung vom Landwirt angemeldet. Bei der Untersuchung zur Feststellung der Besamungstauglichkeit wurden Rinder mit Störungen am Reproduktionstrakt oder Tiere, die offensichtlich nicht in der Brunst waren, durch den Besamungsbeauftragten von der KB ausgeschlossen. Letztendlich mussten bei der darauf folgenden Untersuchung zur Datenaufnahme nur 15

Tieren wegen bereits erfolgter Ovulation oder krankhaften Veränderungen am Genitale zurückgewiesen werden. Mit diesem Verfahren war weitgehend gewährleistet, dass nur Tiere mit ungestörter Reproduktionsfunktion zum Zeitpunkt der KB in die Studie aufgenommen wurden.

Die Angaben zum Beginn der Brunst waren von den Tierhaltern bei der Anmeldung der KB nicht immer eindeutig. Die Ursachen für diese Schwierigkeiten bei der Brunsterkennung durch manche Landwirte dürften teilweise betriebsspezifisch sein. Andererseits könnte dies auch eine Folge der gesteigerten Milchproduktion sein, verbunden mit Veränderungen im Fütterungsmanagement, die über verschiedene Mechanismen zu einer Abnahme der Fruchtbarkeit bei Milchkühen führen (Butler 2000). Wiltbank (1996) berichtet über eine Veränderung der Konzeptionsrate in den letzten 40 Jahren in den Vereinigten Staaten. Dort hat sich die durchschnittliche Milchproduktion von 2.700 Kg/Laktation im Jahre 1955 auf 7.700 Kg in 1995 gesteigert, während die Konzeptionsrate im gleichen Zeitraum von 65% auf 40% sank.

Für die Sammlung der Daten wurde ein Untersuchungsprotokoll mit den Angaben zu äußeren und inneren Brunstparametern (Grunert, 1999c) angefertigt und bei der Untersuchung ausgefüllt. Wichtigste Maßnahme war die Beurteilung des inneren Genitales mit Hilfe der Ultraschalluntersuchung und hier insbesondere die Erfassung des Brunstfollikels. Bei den schon älteren Studien zur verzögerten Ovulation (Bostedt et al., 1976; Bostedt et al., 1977; Leidl et al., 1979) wurde noch die rektale Palpation der Ovarien zur Kontrolle der Brunstfollikel eingesetzt. Die Sicherheit der Feststellung von Follikeln auf dem Rinderovar mittels Palpation dürfte wesentlich geringer sein als der Nachweis eines Gelbkörpers. Mit Hilfe der Ultraschalluntersuchung ist dagegen ein Brunstfollikel mit einem Durchmesser zwischen 12 und 20 mm ohne weiteres festzustellen. Für die gynäkologische Untersuchung in dieser Arbeit war das Ultraschallgerät Sono Ace 600® der Firma Kretz mit einer 7,5 Mhz Linearsonde gut geeignet. Die Messung der Ovulationsfollikel, sowie die Ovulations- und Gelbkörperkontrolle waren problemlos mit diesem Gerät durchzuführen. Als Nachteil für die Arbeit im Laufstall erweist sich die Größe

des Ultraschallgerätes. Da die Arbeit möglichst schnell und unkompliziert durchgeführt werden muss, ist ein kleineres Gerät mit Batterie zu empfehlen.

Die Beurteilung der Brunstintensität erfolgte mit einem Score, der die Parameter Vulvaschwellung, Vestibulumschleimhaut, Brunstschleim und Uteruskontraktilität beinhaltet. In den Untersuchungen von Van Eerdenburg (2002) wurde ein Score zur Bewertung der Brunstintensität benutzt, der vor allem Verhaltensauffälligkeiten wie Flehmen, Beriechen, Belecken, Aufspringen und Ähnliches beurteilte. Dieses System war für die eigenen Untersuchungen nicht brauchbar, weil dies eine zu lange Beobachtungszeit erfordert hätte. Die Beurteilung durch die Landwirte wiederum wäre nicht einheitlich gewesen.

Die Inzidenz der verzögerten Ovulation im Gesamtmaterial (304 Tiere) betrug 46,1%. Dieser Wert liegt deutlich höher als die bisher in der Literatur verfügbaren Zahlen. So wurden bisher maximal 35% berichtet (Bostedt et al., 1976), oder niedrigere Häufigkeiten wie 26,5% (Fahrbach, 1981), 18,8% (Leidl et al., 1979) oder 28% (Bostedt et al., 1977). Allen Untersuchungen ist gemeinsam, dass als Definition für eine verzögerte Ovulation die Persistenz eines anlässlich der KB festgestellten Follikels über 24 Stunden diene. Dies ist eine für derartige Felduntersuchungen geeignete Definition, da sich der Aufwand zur Bestimmung auf eine Nachuntersuchung 24 Stunden nach der KB beschränkt. Zweifellos wird damit aber die Häufigkeit dieses Phänomens überschätzt. Im Falle von Besamungen, die relativ früh in der Brunst durchgeführt wurden, kann 24 Stunden später immer noch ein Follikel palpiert werden, ohne dass dies als eine verzögerte Ovulation zu werten wäre. Wie hoch der Anteil von „echten“ verzögerten Ovulationen tatsächlich ist, kann kaum abgeschätzt werden.

Der in diesen Untersuchungen gefundene hohe Anteil von Tieren mit einem persistierenden Follikel 24 Stunden nach der KB kann allerdings nur bedingt mit den Ergebnissen aus früheren Untersuchungen verglichen werden, weil die Ultraschalluntersuchung zweifellos ein Verfahren mit einer höheren Sensitivität gegenüber der früher geübten rektalen Palpation ist. Damit ist



durchaus vorstellbar, dass die in früheren Untersuchungen gefundene Inzidenz der verzögerten Ovulation von teilweise über 30% mit den eigenen Ergebnissen vergleichbar ist.

Ungeachtet der Problematik der hier und in früheren Untersuchungen benutzten Definition zur Beurteilung einer verzögerten Ovulation muss davon ausgegangen werden, dass dieses Phänomen eine nicht unerhebliche Sterilitätsursache darstellen kann. Diese Annahme wird durch die statistisch signifikant niedrigere Trächtigkeitsrate bei Tieren mit einer verzögerten Ovulation (32,9%) gegenüber Tieren mit zeitgerechter Ovulation (48,2%) belegt. In den Untersuchungen von Bostedt et al. (1977) war sogar eine noch größere Differenz zwischen Tieren mit verzögerter und zeitgerechter Ovulation beobachtet worden (27,5% oder 31,3% gegenüber 61,3%). Offenbar kann es durchaus bei einer Reihe von Tieren mit einer Follikelpersistenz über 24 Stunden nach der KB zu einer Konzeption kommen. Wie vorher bereits ausgeführt, dürfte auch ein nicht unerheblicher Anteil von solchen Tieren tatsächlich einen physiologischen Ablauf von Östrus und Ovulation aufweisen. Die Beziehung zwischen Zeitpunkt der Erstuntersuchung (in der Brunst) und der Beobachtung einer Follikelpersistenz über 24 Stunden wird sicher von mehreren Faktoren bestimmt. In den eigenen Untersuchungen war jedenfalls kein Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Erstuntersuchung bzw. KB und der Häufigkeit einer verzögerten Ovulation zu finden (Tab. 15). Tiere, die in den ersten 10 Stunden nach der ersten Brunstbeobachtung untersucht worden waren, wiesen einen ähnlich hohen Prozentsatz persistierender Brunstfollikel auf wie solche Tiere, die eher gegen Ende der Brunst besamt und erstmalig untersucht worden waren (Tab. 15). Ein weiterer Hinweis auf die Bedeutung der verzögerten Ovulation als Sterilitätsursache ergab sich aus der Messung der Follikelgröße bei der Erstuntersuchung. Von den 23 Tieren mit einem Follikeldurchmesser von 19 mm und größer zeigten 20 Tiere eine verzögerte Ovulation. Eventuell entwickelte sich hier, zumindest in einigen Fällen, ein pathologischer Mechanismus im Sinne einer zystösen Degeneration eines Östrusfollikels.

In den eigenen Untersuchungen ergab sich kein Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Brunstintensität und dem Auftreten einer verzögerten Ovulation. In den Untersuchungen von Van Eerdenburg (2002) wurde festgestellt, dass Kühe mit einer zeitgerechten Ovulation eine signifikant höhere Brunstintensität aufwiesen als Kühe mit einer verzögerten Ovulation. Es könnte sein, dass die dort verwendeten Parameter, die vor allem das Verhalten der Tiere im Östrus beurteilten, besser zu quantifizieren sind und damit ein differenziertes Bild ergeben.

Die Ursachen der verzögerten Ovulation sind nach wie vor weitgehend ungeklärt. Zwar wurde experimentell nachgewiesen, dass ein  $\beta$ -Karotin-Mangel eine Verzögerung der Ovulation auslösen kann, in der Praxis dürfte dies aber eine nur untergeordnete Rolle spielen. Ein jahreszeitlicher und damit eventuell fütterungsbedingter Einfluss auf die Häufigkeit einer verzögerten Ovulation war in den Untersuchungen von Bostedt et al. (1977) nicht gegeben. Die eigenen Untersuchungen wurden nur in den Wintermonaten durchgeführt, weil die Landwirte mehr Zeit für die Mithilfe bei den Untersuchungen hatten, insbesondere bei der Durchführung der Ultraschalluntersuchung.

Die Dauer der Rastzeit hatte keinen Einfluss auf die Häufigkeit der verzögerten Ovulation (Tab. 7). Zwar wurde bei den 7 Tieren, die vor dem Tag 30 post partum zur Besamung vorgestellt worden waren, in 5 Fällen eine verzögerte Ovulation festgestellt. Diese Beobachtung ist schon wegen der geringen Fallzahl nicht aussagekräftig. Darüberhinaus ist eine Zyklusirregularität bei der ersten Brunst post partum bekanntermaßen häufiger ohne dass dies eine pathologische Bedeutung hätte. Ansonsten ergibt sich keine Veränderung der Inzidenz einer verzögerten Ovulation selbst bei Rastzeiten über 90 Tage. Allerdings war eine Tendenz zu einer Follikelpersistenz bei Tieren mit zunehmender Besamungsnummer (ab 4. KB) festzustellen. In diesen Fällen ist nicht auszuschließen, dass die verzögerte Ovulation ursächlich am Misserfolg der KB in den vorhergegangenen Besamungen beteiligt war. Diese Ergebnisse unterscheiden sich von denen von Rankin et al. (1992) und von Graves (1997). Beide Autoren erhielten in

ihren Arbeiten bessere Ergebnisse (56% bzw. 65,8%) bei der ersten als bei der zweiten, dritten oder vierten Besamung. In Untersuchungen an schwedischen Milchrindern wurden dagegen höhere Trächtigkeitsraten bei der dritten KB beobachtet.

Schon seit langem wird die Möglichkeit erörtert, durch eine Doppelbesamung die nachteiligen Auswirkungen einer verzögerten Ovulation auf den Konzeptionserfolg zu kompensieren. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist allerdings bisher nur in Ausnahmefällen belegt. In den Untersuchungen von Bostedt et al. (1977) konnte bei Tieren mit einer verzögerten Ovulation durch eine zweite Besamung ein Trächtigkeitsergebnis von 61,3% erzielt werden, das nicht schlechter war als das von Tieren mit zeitgerechter Ovulation und einmaliger Besamung. In den eigenen Untersuchungen wurden 46 Tiere mit einer verzögerten Ovulation 24 Stunden nach der ersten Besamung erneut besamt. Die Trächtigkeitsrate bei diesen Tieren betrug 37,0%. Dies war nicht signifikant verschieden von Tieren mit verzögerter Ovulation, die nur einmal im Östrus besamt worden waren (30%). Andere Untersuchungen kommen zu dem Schluss, dass die generelle Anwendung einer Doppelbesamung keine Verbesserung des Konzeptionserfolgs bewirkt (Fahrbach, 1981; Stevenson et. al., 1990). Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass die pathologische Bedeutung der verzögerten Ovulation wahrscheinlich nicht nur durch den zu großen Abstand zwischen Besamung und Ovulation erklärt werden kann, sondern eventuell auch Ausdruck einer Störung der Follikelreifung ist, die auch die Qualität der Oozyte beeinträchtigt.

## 6 Zusammenfassung

Im Rahmen einer Felduntersuchung in Milchviehbetrieben sollte das Vorkommen der verzögerten Ovulation und deren Auswirkungen auf den Konzeptionserfolg bei Anwendung der künstlichen Besamung ermittelt werden. Die Untersuchungen wurden an 304 Tieren (293 Kühe und 11 Färsen) der Rassen Braunvieh (65%), Schwarzbunt (26%), und Fleckvieh (9%) aus 49 verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben im Besamungsgebiet der Rinderunion Baden-Württemberg e.V. (RBW) durchgeführt.

Unmittelbar nach der Besamung erfolgte die Beurteilung der äußeren und inneren Brunstsymptome sowie die sonographische Untersuchung des inneren Genitale. An den Ovarien wurde die Anzahl der Follikel und deren Durchmesser ermittelt und dokumentiert. Die Tiere wurden nach 24 Std. erneut sonographisch im Hinblick auf eine eventuelle Ovulation kontrolliert. War keine Ovulation festzustellen, dann wurden die Ovarien des Tieres im Zeitraum von 7-14 Tagen auf das Vorhandensein eines Corpus luteum hin untersucht. Bei der untersuchten Gruppe kam mehr als die Hälfte der Tiere (53,0%) nach einer Erstbesamung in die Auswertung.

Der Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation betrug insgesamt 46,1%. Die Trächtigkeitsrate bei Tieren mit einer zeitgerechten Ovulation ergab 48,8% gegenüber 34,2% bei Tieren mit einer verzögerten Ovulation (Differenz  $p > 0,05$ ; Chi-Quadrat). Die Trächtigkeitsrate bei den Tieren mit einer zeitgerechten Ovulation war nach einer Erst- oder Zweitbesamung am höchsten (50,0% bzw. 53,3%).

Die Dauer der Rastzeit hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen der verzögerten Ovulation. Ebenso war kein Einfluss der Besamungsnummer (1., 2., 3. KB usw.) diesbezüglich festzustellen. Der Anteil von Tieren mit einer verzögerten Ovulation schwankte zwischen 33,3% in der 3. Laktation und 54,0% in der Gruppe mit fünf Laktationen und mehr.

Der Besamungszeitpunkt lag bei etwa der Hälfte der Tiere (143; 49,6%) zwischen 11 und 20 Std. nach dem beobachteten Brunstbeginn. Ein Viertel der Tiere wurde erst 21-30 Std. nach der Brunstbeobachtung zur Besamung vorgestellt. Es bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Anteils von Tieren mit einer verzögerten Ovulation zwischen diesen Gruppen. Die Intensität der Brunstsymptome stand in keiner Beziehung zum Auftreten einer verzögerten Ovulation.

Das Trächtigkeitsergebnis von 161 Tieren, bei denen eine zeitgerechte Ovulation festgestellt worden war, zeigte eine signifikante Abhängigkeit vom Besamungszeitpunkt. Die Gruppe von Tieren, die bereits in den ersten 10 Std. nach dem beobachteten Brunstbeginn besamt wurde, hatte signifikant das beste Ergebnis.

Bei 46 Tieren mit einer verzögerten Ovulation wurde etwa 24 Std. nach der ersten Besamung eine erneute Besamung (Doppelbesamung) durchgeführt. Die Trächtigkeitsrate bei diesen Tieren betrug 37,0% und war nicht signifikant unterschiedlich von Tieren mit einer verzögerten Ovulation und einmaliger Insemination.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass die verzögerte Ovulation ein häufig vorkommendes Phänomen in der Rinderbesamung ist, das zu einer verminderten Konzeptionsrate führt.

## 7 Summary

### Delayed ovulation in dairy cattle – a field study

The aim of the present study was, to analyze the incidence of delayed ovulation in dairy cattle and to evaluate its influence on the conception rate.

The examinations were carried out on 304 animals (293 cows and 11 heifers) of the breeds Swiss Brown (65%), Holstein (26%) and Simmental (9%). The animals were kept on 49 different farms in the area of the Artificial Insemination Center *Rinderunion Baden-Württemberg e.V. (RBW)*.

After the artificial insemination, the internal and external symptoms of estrus were documented in a protocoll, followed by an ultrasound check of the genital tract. During the check the number of follicles on the ovaries were counted, and after measuring the follicles' diameter the average diameter was calculated. Twenty-four hours later all animals were checked again by ultrasound and checked for a possible ovulation. If no ovulation was observed, the animals were checked again 7–14 days later for the presence of a corpus luteum. The first check of the group was done on more than half of the animals (53%) after the first artificial insemination.

The total percentage of animals with delayed ovulation was 46.1%. The pregnancy rate of the group of animals with spontaneous ovulation was 48.8% versus 34.2% from the group with delayed ovulation (difference  $p > 0,05$ ; Chi-Square analysis). The best pregnancy rate of the group of animals with spontaneous ovulation was achieved during the first and second artificial insemination (50.0% and 53.3%).

The intervall in days between the date of the delivery and the date of the first insemination had no significant influence on the incidence of delayed ovulation. Likewise no influence of the number of inseminations (1, 2, 3, etc) could be observed. The percentage of animals with delayed ovulation was lowest in the 3rd lactation (33.3%) and highest in the group with 5 lactations and more (54.0%).

About half of the animals (143; 49.6%) were inseminated between 11 and 20 hrs. after observation of the estrus onset. A quarter of the animals were inseminated just 21-30 hrs. after the observation of the estrus and by the analysis of the delayed ovulation it was not possible to find a significant difference between the groups. The intensity of the estrus had no relation to the incidence of delayed ovulation.

The conception rate from 161 animals with spontaneous ovulation was not related to the time of insemination. The group that was inseminated in the first 10 hrs. after the observation of estrus had a tendency to show the best results.

A second insemination (double insemination) was done on 46 of the animals that showed a delayed ovulation. The pregnancy rate of this group was 37.0% and not significantly different from the group with delayed ovulation and single insemination.

The results of this study demonstrate that the delayed ovulation is a frequent phenomenon which cause a decrease in the conception rate.

## 8 Literaturverzeichnis

**Al-Obaid S, Larson LL (1976).**

Electrial resistence of cervico-vaginal mucus as relates to stage of the estrus cycle and peripheral blood serum LH levels in dairy heifers.  
J Dairy Sci, 59 (Suppl. 1) 145 abstr.

**Aschbacher PW, Smith VR, Stone WH (1956).**

Observations on fertility following inseminations at three stages of the same estrus.  
J Anim Sci, 15: 952-958.

**At-Taras EE, Spahr SL (2001).**

Detection and characterisation of oestrus in dairy cattle with an electronic heat-mount detector and an electronic activity tag.  
J Dairy Sci, 84: 792-798.

**Augusto L, Weitze KF, Otto F, Maciel S, Tomo P (1997).**

Onset and duration of oestrus related to the time of ovulation and fertility in a herd of Nguni cattle in South Mozambique.  
Reprod Dom Anim, 32: 303-307.

**Bage R, Gustafsson H, Larsson B, Forsberg, Rodríguez- Martínez (2002).**

Repeat breeding in dairy heifers: follicular dynamics and estrous cycle characteristics in relation to sexual hormone patterns.  
Theriogenology, 57: 2257-2269.

**Bailey T, Nebel R, Walker W (1995).**

New technology for managing heat detection.  
Society of Theriogenology, Procedings for annual meetings, San Antonio, Texas: 20-30.



**Bernard C, Valet JP, Beland R, Lambert RD (1983).**

Prediction of bovine ovulation by a rapid radioimmunoassay for plasma LH.  
J Reprod Fertil, 68: 425-430.

**Bernard C, Lambert RD, Béland R, Bélanger A (1984).**

Laparoscopic investigation of the bovine ovary in the preovulatory phase of the cycle.  
Theriogenology, 22: 143-150.

**Bostedt H, Bonengel H, Günzler D, Reissinger F, Höfer F, Brunold K (1976).**

Ovarkontrolle und Messungen des elektrischen Widerstandes des Vaginalsekretes beim Rind während des Östrusperiode.  
Tierärztl Umschau, 31: 211-215.

**Bostedt H (1976).**

Delayed ovulation as a cause of sterility in the artificial insemination of cattle.  
Proc VIII Int Congr Anim Reprod and AI.  
Krakow, Vol 1: 39.

**Bostedt H, Kuhn A, Schädlich R, Schwars G (1977).**

Ovarkontrolle beim Rind im Rahmen der artifiziellen Insemination und seine Bedeutung für das Graviditätsergebnis.  
Berl Münch Tierärztl Wschr, 90: 113-116.

**Boyd HW (1984).**

Aids to oestrus detection, a review.  
In: RG Eddy and MJ Ducker, Editors, Dairy Cow Fertility. Proceedings of the Joint Veterinarian Association and British Society Anim.  
Bristol University, British Veterinarian Assoc Editorial Services, London, pp. 0-67.

**Busch W (1995).**

Fruchtbarkeitkontrolle beim Rind.

In: W Busch, K Zerobin (Hrsg.), Fruchtbarkeitskontrolle bei Groß- und Kleintieren.

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, S: 71-211.

**Butler WR (2000).**

Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle.

Anim Reprod Sci, 60-61: 449-457.

**Chenault JR, Thatcher WW, Kalra PS, Abrams RM, Wilcox CJ (1975).**

Transitory changes in plasma progestins, estradiol, and luteinizing hormone approaching ovulation in the bovine.

J Dairy Sci, 58: 709-717.

**Christenson RK, Echternkamp SE, Laster DB (1975).**

Oestrus, LH, Ovulation and fertility in beef heifers.

J Reprod Fertil, 43: 543-546.

**Dauzier L, Wintenberger-Torres S (1952).**

Recherches sur la fécondation chez les mammifères: la remontée des spermatozoïdes dans le tractus génital de la brebis.

C R Soc Biol, 146: 67-70.

**Diskin MG, Sreenan JM (2000).**

Expression and detection of oestrus in cattle.

Reprod Nutr Dev, 40: 481-491.

**Diskin MG, Austin EJ, Roche JF (2002).**

Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle.

Dom Anim Endoc, 23: 211-228.

**Dobson H, Fitzpatrick RJ (1975).**

The effect of HCG or endogenous gonadotropin on normal bovine follicular activity.

J Reprod Fertil, 43: 337-340.

**Dransfield MBG, Nebel RL, Pearson RE, Warnich LD (1998).**

Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system.

J Dairy Sci, 81: 1874-1882.

**Driancourt MA, Thatcher WW, Zerqui M, Andrieu D (1991).**

Dynamics of ovarian follicular development in cattle during the estrous cycle, early pregnancy and in response to PMSG.

Dom Anim Endoc, 8: 209-221.

**Fahrbach H (1981).**

Einfluss der Doppelbesamung beim Rind auf das Besamungsergebnis unter Praxisbedingungen.

Vet Med Diss, LMU München.

**Farris EJ (1954).**

Activity of dairy cows during estrus.

J Amer Vet Med Ass, 125: 117.

**Fietta PM, Olson HH, Gass GH (1968).**

Luteinizing hormone in cow plasma during estrus.

J Dairy Sci, 51: 949.

**Firk PM, Wiltbank MC (1999).**

Effect of milk production on the incidence of double ovulation in dairy cows.

Theriogenology, 52: 1133-1143.

**Firk R, Stamer E, Junge W, Krieter J (2002).**

Automation of oestrus detection in dairy cows: a review.

Livest Prod Sci, 75: 219-232.

**Foote RH (1975).**

Estrus detection and estrus detection aids.

J Dairy Sci, 58: 248-256.

**Foote RH, Oltenacu EA, Mellinger J, Scott NR, Marshall RA (1979).**

Pregnancy rate in dairy cows inseminated on the basis of electronic probe measurements.

J Dairy Sci, 62: 69-73.

**Garcia A, Weijden GCvd, Colenbrander B, Bevers MM (1999).**

Monitoring follicular development in cattle by real-time ultrasonography: a review.

Vet Rec, 145: 334-340.

**Geers R, Puers B, Goedseels V, Wouters P (1997).**

Electronic identification, monitoring and tracking of animals.

CAB international, Wallingford, NY.

**Gerasimova AA (1940).**

Duration of heat and time of ovulation in the cow.

Anim Breed Abstr, 8: 32.

**Ginther OJ, Knopf L, Kastelic JP (1989).**

Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrus cycles with two and three follicular waves.

J Reprod Fertil, 87: 223-230.

**Goodman, Hodgen (1993).**

The Ovarian triad of the primate menstrual cycle.

Recent Prog Horm Res, 39: 1-73.

**Graves WM, Dowlen HH, Lamar KC, Johson DL, Saxton AM, Montgomery MJ (1997).**

The effect of artificial insemination once versus twice per day.  
J Dairy Sci, 80: 3068-3071.

**Grunert E (1977).**

Ein Beitrag zur Ätiologie von Ovulationsstörungen beim Rind.  
Dtsch Tierärztl Wschr, 83: 558-561.

**Grunert E (1999a).**

Sexualzyklus.  
In: E Grunert, Ad Kruif (Hrsg), Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind.  
Parey Buchverlag, Berlin, S: 3-11.

**Grunert E (1999b).**

Brunsterkennung.  
In: E Grunert, Ad Kruif (Hrsg.), Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind.  
Parey Buchverlag, Berlin, S: 68-76.

**Grunert E, Berchtold Max (1999c).**

Zentral- hypophysär bedingte Störung der Ovarfunktion.  
In: E Grunert, Ad Kruif (Hrsg), Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind.  
Parey Buchverlag, Berlin, S: 112-135.

**Günzler O, Krieger H, Jordan E (1976).**

Zur Verbesserung des Konzeptionsergebnisses in der Rinderbesamung  
durch Gonadotripine Releasinghormon (GnRH).  
Berl Münch Tierärztl Wschr, 89: 451-453.

**Hall JG, Branton C, Stone EJ (1959).**

Estrus, estrus cycles, ovulation time, time of service, and fertility of dairy cattle  
in Louisiana.  
J Dairy Sci, 77: 1086-1094.

**Hammond J (1927).**

The physiology of reproduction in the cow.  
Cambridge Univ Press, London, Engl.

**Hancock JL (1948).**

The clinical analysis of reproductive failure in cattle.  
Vet Rec, 60: 513-517.

**Hawk HW (1987).**

Transport and fate of spermatozoa after insemination of cattle.  
J Dairy Sci, 70: 1487-1503.

**Heersche G, Nebel RL (1994).**

Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus.  
J Dairy Sci, 77: 2754-2761.

**Hunter RHF, Greve T (1997).**

Could artificial insemination of cattle be more fruitful? Penalties associated with ageing eggs.  
Reprod Dom Anim, 32: 137-141.

**Jolly PD, McDougall S, Fitzpatrick LA, Macmillan KL, Entwistle K (1995).**

Physiological effects of undernutrition on postpartum anestrous in cows.  
Reprod Fertil, Suppl. 49: 477-492.

**Kähn W, Leidl W (1986).**

Die Anwendung der Echographie zur Diagnose der Ovarfunktion beim Rind.  
Tierärztl Umschau, 41: 3-12.

**Kähn W (1989).**

Die Entwicklung von Follikeln beim Rind; Veränderungen ihrer Anzahl und Größe des Ovarialzyklus.  
Berl Münch Tierärztl Wschr, 102: 44-49.

**Kähn W (1991).**

Ultraschalldiagnostik an Uterus, Fetus und Ovarien.

In: U Braun (Hrsg.), Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind.

Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei, Hannover, S. 83-185.

**Kähn W (1992).**

Growth of the pre-ovulatory follicle, circadian distribution of ovulations and pregnancy rate after post-ovulatory inseminations in heifers.

Anim Reprod Sci, 27: 113-121.

**Kähn W (1997).**

Ultraschalldiagnostik an Uterus, Fetus und Ovarien.

In: U Braun (Hrsg.), Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind.

Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschafts- Verlag GmbH, Berlin,

S: 207-225.

**Kiddy CA (1977).**

Variation in physical activity as an indication of estrus in dairy cows.

J Dairy Sci, 60: 235-243.

**Killen ID, Moore NW (1970).**

Transport of spermatozoa and fertilization in the ewe following cervical and uterine insemination early and late in oestrus.

Austral J Biol Sci, 23: 1271-1277.

**Knopf L (1990).**

Thrombozytenbestimmung sowie ultrasonographische Untersuchungen der Follikel- und Gelbkörperentwicklung während des Zyklus und der Frühgravidität beim Rind.

Vet Med Diss, LMU München.

**Kot K und Ginther OJ (1999).**

Ultrasonic characterization of ovulatory follicular evacuation and luteal development in heifers.

J Reprod Fertil, 115: 39-43.

**Larsson B (1987).**

Determination of ovulation by ultrasound examination and its relation to the LH-peak in heifers.

J Vet Med A, 34: 749-754.

**Leidl W, Stolla R (1976).**

Measurement of electric resistance of the vaginal mucus as an aid for heat detection.

Theriogenology, 6: 237-246.

**Leidl W, Bostedt H, Lamprecht W, Prinzen R, Wendt V (1979).**

Zur Ovulationssteuerung mit einem GnRH-Analogen und HCG bei der künstlichen Besamung des Rindes.

Tierärztl Umschau, 34: 546-555.

**Liu X, Spahr SL (1993).**

Automated electronic activity measurement for detection of oestrus in dairy cattle.

J Dairy Sci, 76: 2906-2912.

**López-Gatius F, Camón-Urgel J (1991).**

Confirmation of estrus rates by palpation per rectum of genital organs in normal repeat dairy cows.

J Vet Med A., 38: 553-556.

**Lopez H, Bunch TD, Shipka MP (2002).**

Estrogen concentrations in milk at estrus and ovulation in dairy cows.

Anim Reprod Sci, 72: 1-2.



**Lotthammer KH, Aehnelt E (1977).**

Herdensterilität der Rinder.

In: D Küst, F Schaetz (Hrsg), Fortpflanzungsstörungen bei den Haustieren.

Enke Stuttgart, S: 244-250.

**Lucy MC, Savio JD, Badinga L, Sota RLDL, Thatcher WW (1992).**

Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle.

J Anim Sci, 70: 3615-3626.

**Maatje K, Loeffler SH, Engel B (1997).**

Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometers.

J Dairy Sci, 80: 1098-1105.

**Mann T (1974).**

Biochemical aspects of sperm maturation and survival.

In: Male fertility and sterility, (RE Mancini, L Martini; eds.) Academic Press London/New York. San Francisco, 89: 105.

**Mann T, Lutwack-Mann (1975).**

Biochemical aspects of aging in spermatozoa in relation to motility and fertilizing ability.

In: Blandau RJ (ed) Aging gametes. Karger, Basel, p: 122.

**Maree C (1977).**

The regularity of cycle and ovarian efficiency in a group of Friesland cows.

J South Afric Veter Assoc, 48: 133-135.

**Mihn M, Curran N, Hyttel P, Knight PG, Boland MP, Roche JF (1999).**

Effect of dominant follicle persistence on follicular fluid oestradiol and inhibin and on oocyte maturation in heifers.

J Reprod Fertil, 116: 293-304.

**Mihm M, Crowe MA, Knight PG, Austin EJ (2002).**

Follicle Wave Growth in Cattle.

Reprod Dom Anim, 37: 191-200.

**Milvae RA, Hinckley ST, Carlson JC (1996).**

Luteotropic and luteolytic mechanism in the bovine corpus luteum.

Theriogenology, 45: 1327-1349.

**Nebel RL, Whittier WD, Xassel BG, Britt JH (1987).**

Comparison of on-farm and laboratory milk progesterone assays for identifying errors in detection of oestrous and diagnosis of pregnancy.

J Dairy Sci, 70: 1471-1476.

**Nebel RL, Walker WL, McGilliard ML (1994).**

Timing of artificial insemination of dairy cows: fixed time once daily versus morning and afternoon.

J Dairy Sci, 77: 3185-3191.

**Nebel RL, Dransfield MS, Jobst SM, Bame JH (2000).**

Automated electronic systems for the detection of oestrus and timing of AI in cattle.

Anim Reprod Sci, 60-61: 713-723.

**Neumann D (1999).**

Die Entwicklung der Sonographie in der Tiermedizin.

Vet Med Diss, LMU München.

**Pecsok SR, McGilliard, Nebel RL (1994).**

Conception rates. Derivation and estimates for effects of estrus detection on Cow profitability.

J Dairy Sci, 77: 3008-3015.

**Pennington JA, Albright JL, Callahan CJ (1986).**

Relationships of sexual activities in estrous cows to different frequencies of observation and pedometer measurements.

J Dairy Sci, 69: 2925-2934.

**Peter W (1991).**

Organisation der künstlichen Besamung.

In: W Busch, K Loehle, W Peter (Hrsg.), Künstliche Besamung bei Nutztieren.

Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, S: 79-96.

**Peter AT, Jakovljevic S, Pierson RA (1992).**

Use of real time ultrasonography in bovine and equine reproduction.

Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian, 14: 1116-1122.

**Pierson RA, Ginter OJ (1984).**

Ultrasonography of the bovine ovary.

Theriogenology, 21: 495-504.

**Pierson RA, Ginter OJ (1988).**

Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle.

Theriogenology, 29: 21-37.

**Pinheiro OL, Barros CM, Figueiredo RA, Valle ER do, Encarnacao RO, Padovani CR (1998).**

Estrus behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos Indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin  $F_{2\alpha}$  or norgestomet and estradiol valerate.

Theriogenology, 49: 667-681.

**Quirk SM, Hickey GJ, Fortune JE (1986).**

Growth and regression of ovarian follicles during the follicular phase of the oestrus cycle in heifers undergoing spontaneous and PGF<sub>2α</sub> -induced luteolysis.

J Reprod Fertil, 77: 211-219.

**Rajamahendran R, Taylor C (1988).**

The use of a real time ultrasound scanner in the study of ovarian activity in post-partum dairy cattle.

J Dairy Sci, Suppl I: 71-135

**Rajamahendran R, Robinson J, Desbottes S, Walton JS (1989).**

Temporal relationships among estrus, body temperature milk yield, progesterone and luteinizing hormone levels, and ovulation in dairy cow.

Theriogenology, 31: 1173-1181.

**Randel RD, Short RE, Christensen DS, Bellows RA (1973).**

Effects of various mating stimuli on the LH surge and ovulation time following synchronization of estrus in the bovine.

J Anim Sci, 37: 128-130.

**Rankin T, Smith W, Shanks R, Lode J (1992).**

Timing of insemination in dairy heifers.

J Dairy Sci, 75: 2840-2845.

**Ribadu AY, Ward WR, Dobson H (1994).**

Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography and plasma progesterone concentration.

Vet Rec, 135: 452-457.

**Roche JF (1975).**

Control of time of ovulation in heifers treated with progesterone and gonadotropin releasing hormone.

J Reprod Fertil, 43: 471-477.

**Roche JF, Austin E, Ryan M, Rourke MO, Mihn M, Diskin M (1998).**

Hormonal regulation of the oestrous cycle of cattle.

Reprod Dom Anim, 33: 227-231.

**Roelofs JB, Van Erdenburg FJCM, Soeden NM, Kemp B (2003).**

Possibilities to predict time of ovulation in cattle.

Proceedings 19th scientific meeting of the European Embryo Transfer Association, 83 - 91.

**Roine K (1973).**

The most frequent reproductive biodisorders and their seasonal variation in dairy cows.

Nordisk Vet Med, 25: 242-247.

**Rorie RW, Bilby TR, Lester TD (2002).**

Application of electronic estrus detection technologies to reproductive management of cattle.

Theriogenology, 57: 137-148.

**Roth H, Schünsen D, Schön H (1987).**

In: Computer-aided oestrus detection in dairy cattle.

Am Soc Agric Eng, 87: 1-11.

**Savio JD, Keenan L, Bolland MP, Roche JF (1988).**

Pattern of growth of dominant follicles during the oestrus cycle of heifers.

J Reprod Fertil, 88: 663-671.

**Sawyer GJ, Russel-Brown ID, Silcock JK (1986).**

A comparison of three methods of estrus detection in commercial dairy herds verified by serum progesterone analysis.

Anim Reprod Sci, 10: 1-10.

**Schams D, Butz HD (1972).**

Zeitliche Beziehungen zwischen Brunstsymptomen, elektrischen Widerstandsveränderungen des Vaginalschleims, präovulatorischer Ausschüttung des Luteinisierungshormons und Ovulation beim Rind.  
Zuchthygiene, 7: 49-56.

**Schams D, Hoffmann B, Lotthammer KH, Ahlswede L (1977).**

Untersuchungen über eine spezifische Vitamin-A-unabhängige Wirkungen des  $\beta$ -Carotins auf die Fertilität des Rindes.  
Dtsch Tierärztl Wschr, 84: 307-310.

**Schmidt D, Flick A, Busch W (1972).**

Beitrag zur Frage der Beziehung zwischen Besamungszeitpunkt und dem Befruchtungsergebnis.  
Tierzucht, 11: 411-412.

**Schofield SA, Phillips CJC, Owens AR (1991).**

Variation in milk production, activity rate and electrical impedance of cervical mucus over the estrus period of dairy cows.  
Anim Reprod Sci, 24: 231-248.

**Schönkypf S, Aurich J (2003).**

Hormonelle Zyklussynchronisation und Herdenfruchtbarkeit beim Rind.  
Prakt Tierarzt, 84: 46-56.

**Schünsen D, Roth H, Schön H, Paul W, Speckmann H (1987).**

Automatic health and estrus control in dairy husbandry through computer aided systems.  
J Agric Eng Res, 38: 263-279.

**Schwab J (2000).**

Der Einsatz vom Ultraschall zur Untersuchung von Spenderkühen im Embryotransfer.  
Vet Med Diss, LMU München.

**Senger PL (1994).**

The estrus detection problem: new conception, technology and possibilities.  
J Dairy Sci, 77: 2745-2753.

**Simon K (1977).**

Graviditätsergebnis nach HCG-Injektion zum Zeitpunkt der Besamung bei wiederholten umrindernden Kühen.  
Tierärztl Umschau, 32: 266-270

**Sirous J, Fortune JE (1988).**

Ovarien follicular dynamics during the estrus cycle in heifers monitored by realtime ultrasonography.  
Biol Reprod, 39: 308-317.

**Stevenson JS, Call EP, Scoby RK (1990).**

Double insemination and gonadotropin-releasing hormone. Treatment of repeat-breeding dairy cattle.  
J Dairy Sci, 73: 1766-1772.

**Stock AE, Stolla R (1995).**

Der dominante Ovarfollikel beim Rind - Physiologische Zusammenhänge und praktische Bedeutung.  
Tierärztl Umschau, 50: 543-550.

**Stolla R, Himmer B (1980).**

Probleme bei rektalen Untersuchung der Ovarien.  
Prakt Tierarzt, 61: Coll Vet X, 9-12.

**Thibault C (1967).**

Analyse comparée de la fécondation et de ses anomalies chez la brebis, la vache et la lapine.  
Ann Bio Anim Biochim Biophys, 7: 5-23.

**Thibault C (1973).**

Sperm transport and storage in vertebrates.

J Reprod Fertil, Suppl. 18: 39-53.

**Trimberger GW, Davis HP (1943).**

Conception rate in dairy cattle by artificial insemination at various stages of estrus.

Nebraska Agricultural Experiment Station Research Bulletin, 129.

**Trimberger GW (1948).**

Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation.

Nebraska Agricultural Experiment Station Research Bulletin, 153.

**Twagiramungu H, Guilbault LA, Dufour JJ (1995).**

Synchronisation of ovarian follicular waves with a gonadotropin releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review.

J Anim Sci, 73: 3141-3151.

**Van Eerdenburg FJCM, Karthaus D, Taverne MAM, Merics I, Szenci (2002)**

The relationship between estrus behavioral score and time of ovulation in dairy cattle.

J Dairy Sci, 85: 1150-1156.

**Walker WL, Nebel RL, McGilliard ML (1996).**

Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle.

J Dairy Sci, 79: 1555-1561.

**Walters DL, Schams D, Schallenberger E (1984).**

Pulsatile secretion of gonadotrophins, ovarian steroids and ovarian oxytocin during the luteal phase of the estrus cycle in the cow.

J Reprod Fertil, 71: 479-491.



**Williamson NB, Morris RS, Blood DC, Cannon CM (1972).**

A study of estrus behavior and estrus detection methods in a large commercial dairy herd. The relative efficiency of methods of estrus detection. Vet Rec, 91: 50-58.

**Williams WF, Yver DR, Gross TS (1981).**

Comparison of estrus detection techniques in dairy heifers. J Dairy Sci, 64: 1738-1741.

**Wilmut I, Hunter RHF (1984).**

Sperm transport into the oviducts of heifers mated early in estrus. Reprod Nutr Dev, 24: 461-468.

**Wiltbank MC (1996).**

Vortrag auf der Schwarzbunttag. des Osnabrücker Herdbuches eG, Melle

**Wiltbank MC, Fricke PM, Sangsritavong S, Sartori R, Ginther OJ (2000).**

Mechanisms that prevent and produce double ovulations in dairy cattle. J Dairy Sci, 83: 2998-3007.

**Wishart DF, (1972).**

Observations on the estrus cycle of the Friesian heifer. Vet Rec, 90: 595-597.

**Xu ZZ, McKnight DJ, Vishwanath R, Pitt CJ, Burton LJ (1998).**

Estrus detection using radiotelemetry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. J Dairy Sci, 81: 2890-2896.

**Zolman J, Convery EM, Britt JH (1974).**

Relationships between the luteinizing hormone response to gonadotropin releasing hormone and endogenous steroids. J Anim Sci, 39: 355-359.

## **9 Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. J. Braun für die Überlassung des praxisnahen Themas und die freundliche und verständnisvolle Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Zu Dank verpflichtet bin ich auch den Leitenden Direktoren der Rinderunion Baden Württemberg e.V. (RBW) Herrn Heinz Nüssle, Herrn Dr. Albert Weidele und Frau Dr. Anne-Rose Fischer für die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit, so wie für die finanzielle Zuwendung.

In meinen Dank einschließen möchte ich Herrn Dr. Andres Kling und Herrn Dr. Hans Koll für Ihren persönlichen Einsatz und die gute fachliche Betreuung bei der Erstellung der Arbeit.

Ganz besonders herzlich bedanke ich mich bei Herrn Buczman und Herrn Eisele für die wertvolle Hilfe bei der Durchführung der Versuche. Weiterhin bedanke ich mich herzlich bei allen Landwirten, die in einer sehr freundlichen Weise ihre Tiere zur Verfügung gestellt haben.

Bei meinen Kollegen Audrey Bagon, Andre Rocha, Roland Halblaub, Mariana Max, Wendel Lima, Dr. Adriane Woehl Wenigerkind, Andrea Groth, Nigel Balfour und den Mitarbeitern der RBW Lindenhof möchte ich mich herzlich für die Hilfe bei der Durchführung der Arbeit bedanken.

Mein Dank geht ebenso an Frau Rosa Rude für die sprachliche Korrektur von dieser Arbeit und an meine Kollegin Deborah Yanes, die mich immer in ihrer liebenswerten Art moralisch unterstützt hat.

Ein ganz besonderer Dank gilt meiner Familie, besonders meiner Mutter und meinem Vater, ohne deren Vertrauen und Unterstützung diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.